NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06908364 4

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Einleitung

in die

Krystallographie.

Digitized by Google

Digitized by Google

Einleitung

in die

Krystallographie

und in die

krystallographische Kenntniß

der

wichtigeren Substanzen.

Von

Dr. Hermann Kopp,
außerordentlichem Professor der Physik und Chemie an der Universität Gießen.

ASTOR LIBRARY
NEW-YORK.

Mit einem Atlas von 21 Kupfertafeln und 7 lithographirten Tafeln, Netze zu Krystallmodellen enthaltend.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1849.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorrede.

Bei der Ausarbeitung der vorliegenden Schrift leiteten mich verschiedene Zwecke. Ich strebte, die Anfangsgründe der Krystallographie leichtfaßlich darzulegen, zur practischen Anwendung der so erlangten theoretischen Kenntnisse oder zur Bestimmung wirklicher Krystalle anzuleiten und anzuregen, und ein Hülfsmittel zu geben, mittelst dessen der Anfänger sich über die Krystallform der wichtigsten Substanzen unterrichten könne. Außerdem wollte ich versuchen, für die Erwerbung krystallographischer Kenntnisse ein Publikum etwas mehr zu gewinnen, welches sich im Ganzen bis jetzt nur wenig damit beschäftigt hat: das chemische.

Dieselben Zwecke leiteten mich bei den Vorträgen, welche ich seit sechs Jahren an der hiesigen Universität vor Zuhörern halte, deren Hauptstudium meistens die Chemie ist. Die Vorkenntnisse, welche ich hier durchschnittlich vorgefunden habe, setzte ich auch bei der Ausarbeitung dieses Buches voraus; ich muß deutlicher sagen, daß ich sehr wenig voraussetze. Die Art der Darstellung, nach welcher bei diesen Vorträgen die krystallographischen Gesetze am klarsten wurden, ist die auch hier befolgte.

Daß ich sehr wenig Vorkenntnisse voraussetze, mag entschuldigen und rechtfertigen, wenn die Darstellung durchgängig sehr elementar und manchmal etwas weitläufig erscheint. Auch Wiederholungen waren mitunter nicht zu vermeiden, wollte ich durch öfteres Erinnern an Einzelnes die Wichtigkeit desselben dem Anfänger um so deutlicher hervortreten lassen.

Ich habe mich Naumann's Bezeichnungsweise angeschlossen. Die Brauchbarkeit und die Vorzüge derselben sind über meine Anerkennung erhaben; nur die Bemerkung möchte ich mir erlauben, daß die Handhabung der Naumann'schen Formeln geradezu ein treffliches Hülfsmittel für den Unterricht des Anfängers ist, indem diese Formeln kurz genug sind, um als wirk-

Digitized by Google

liche Zeichen Anwendung zu finden, und doch der Anblick oder Gebrauch jeder Formel eine bestimmte Vorstellung über die Lage der damit bezeichneten Flächen hervorruft oder voraussetzt.

Die Elemente der Krystallographie werden fast durchgängig von Anfängern leicht begriffen, aber das Einzelne wird schnell vergessen. Eine gründlichere Kenntniß dieser Elemente wird nur durch Selbstthätigkeit des Anfängers erreicht, namentlich durch Uebungen im Zeichnen und im Bestimmen an Modellen und wirklichen Krystallen. Eine, wenn auch äußerst elementare, Anleitung zum Zeichnen glaubte ich deshalb beifügen zu müssen. Vieles in Beziehung auf die Darstellung dieses Gegenstandes verdanke ich früheren Besprechungen mit meinem Freunde Joh. Müller, jetzt in Freiburg. Zur Erleichterung der Uebungen an Modellen habe ich eine Anzahl Netze zur Verfertigung der wichtigsten Krystallformen beigegeben. Um zu Uebungen im Bestimmen an wirklichen Krystallen anzuregen, habe ich so viel als möglich die Beispiele an bekannteren und leichter zu erhaltenden Substanzen (Mineralien und chemischen Präparaten) gewählt; um diese Uebungen zu erleichtern, habe ich über die Verzerrungen und über die ähnlichen Formen und ihre Unterscheidungsmerkmale ausführlicher und vollständiger gehandelt.

Nach denselben elementaren Regeln, welche für das Zeichnen in diesem Buche entwickelt sind, habe ich alle Figuren zu demselben neu gezeichnet*), theils um dem Anfänger, der sich im Zeichnen nach diesen Regeln zuerst versucht, eine Controlle für die Richtigkeit seiner Resultate in die Hand zu geben, theils weil ich es für den ersten Unterricht als das Verständniß wesentlich fördernd betrachte, wenn alle Zeichnungen in einer gewissen Uebereinstimmung ausgeführt sind. Für größere Werke, wo die Elemente der Krystallographie vorausgesetzt werden können, ist es nicht nur erlaubt, sondern selbst von Vortheil, die Formen

*) Es thut der Verständlichkeit der Figuren keinen Eintrag, daß der Kupferstecher sie nicht mit der Genauigkeit wiedergegeben hat, nach welcher ich bei dem Zeichnen strebte.

Digitized by Google

verschiedener Substanzen Eines Systems von verschiedenen Seiten betrachtet darzustellen, und überhaupt daran zu gewöhnen, daß der Studirende sich an jeder Zeichnung, sie mag eine Krystallform in irgend einer Richtung gesehen vorstellen, schnell zurechtfinde. Für ein Elementarbuch wie das vorliegende, wo die Zeichnungen die Vergleichung jeder Form mit jeder anderen in richtiger Stellung erleichtern sollen, ist strengere Consequenz in den Abbildungen besser am Platz.

Besonders strebte ich, die Anfangsgründe der Krystallographie hier so darzulegen, daß ihre Erkenntniß den Chemikern etwas näher gerückt werde. Es ist sehr zu bedauern, daß unter diesen im Allgemeinen krystallographische Kenntnisse nicht mehr Eingang gefunden haben. Der Anlaß scheint mir hauptsächlich ein nur äußerlicher zu sein. Die Krystallographie hat sich in der Mineralogie ausgebildet; als Hülfswissenschaft der letzteren wurde sie meist getrieben und dargestellt; als Beispiele wurden fast nur natürlich vorkommende Krystalle, Mineralien, angeführt. Die Chemiker fanden in den Lehrbüchern der Krystallographie wenig in Beziehung auf die ihnen vorzugsweise interessanten Substanzen, die chemischen Präparate. So wandten sie sich im Allgemeinen der Krystallographie wenig oder gar nicht zu; der Mehrzahl der Chemiker mangeln krystallographische Kenntnisse, wenngleich Einzelne auch für die Krystallographie Großartiges geleistet haben, und diese Wissenschaft ihre ausgezeichnetsten Repräsentanten theilweise unter den Chemikern sucht. Von einem solchen Meister eine Schrift zu erhalten, welche die Chemiker mit der Krystallographie vertrauter mache, hat man sich lange, aber bis jetzt vergebens, Hoffnung gemacht; mit Nachsicht möge man vorliegenden Versuch beurtheilen, der, wenn auch mit dem besten Willen, doch mit bei weitem schwächeren Kräften bearbeitet wurde.

Von mathematischen Formeln habe ich nur wenige am häufigsten gebrauchte mitgetheilt, aber auch diese nicht in die eigentliche Darstellung der krystallographischen Gesetze aufgenommen, sondern nur anhangsweise an dem Ende der einzelnen Krystallsysteme angeführt.

Digitized by Google

An dem Ende eines jeden Kryſtallſyſtems gebe ich eine Zuſammenſtellung der wichtigeren Körper (Mineralien und chemiſchen Producte), welche darin kryſtalliſiren, mit kurzer Angabe der charakteriſtiſchen Formen, der Axenverhältniſſe, der wichtigſten Winkel u. a. Dieſe Zuſammenſtellungen ſollen überhaupt die Kenntniß der Kryſtallform für die wichtigſten Subſtanzen vermitteln, und außerdem ein Hülfsmittel bei Beſtimmübungen abgeben; ein alphabetiſches Verzeichniß der darin erwähnten Körper findet ſich am Ende des Buches. Manche minder wichtige Subſtanz habe ich aufgenommen, wenn eine Vergleichung derſelben mit anderen wichtigeren von Intereſſe erſchien (z. B. bei analoger Zuſammenſetzung und gleicher Form), oder wenn ich ſie als Beiſpiel bei der Erläuterung der kryſtallographiſchen Geſetze hatte benutzen müſſen; manche wichtige mußte ich weglaſſen, wenn ihre Beſchreibung ſich nicht ohne Vermehrung der ohnehin ſchon zahlreichen Abbildungen geben ließ.

Die Beſchreibung der Kryſtallformen gründet ſich größtentheils auf die zahlreichen Beſtimmungen, welche von Anderen ausgeführt vorliegen. Doch konnte ich mich für die Mehrzahl der Subſtanzen zugleich auf eigene Anſchauung und Kenntniß ſtützen, da ich ſeit einer Reihe von Jahren ſo viel als möglich geſammelt und unterſucht habe. Neue Beobachtungen, Beſtimmungen früher noch nicht unterſuchter Subſtanzen und Berichtigungen von irrigen Angaben, die ſich zum Theil lange aus einem Buche in das andere übergetragen haben, werden dem Sachkenner nicht entgehen.

Möchten die Abſichten, die mich bei dieſer Arbeit leiteten, wenigſtens theilweiſe in Erfüllung gehen, und das Studium dieſer Schrift den Anfängern das Intereſſe für Kryſtallographie und die Kenntniſſe der Anfangsgründe dieſer Wiſſenſchaft mittheilen, daß ſie das Bedürfniß fühlen, die ausgezeichneten weiter gehenden kryſtallographiſchen Lehrbücher, deren ſich gerade Deutſchland rühmen kann, mit Eifer und Nutzen zu ſtudiren.

Gießen, im Juli 1848.

Kp.

Digitized by Google

Inhaltsübersicht.

Einleitung, §. 1 — 5.

Amorphe —, krystallisirte Körper. — Krystall. — Eintheilung der Krystallologie in Krystallographie, Krystallophysik und Krystallochemie.

Hülfsmittel bei dem krystallographischen Studium, §. 6 — 21.

Uebungen an Modellen, §. 6 und 7.

Uebungen im Zeichnen, §. 8 — 19.

Uebungen an wirklichen Krystallen, Krystallbildung, §. 20 und 21.

Hülfsmittel bei krystallographischen Bestimmungen, §. 22 — 28.

Winkelmessung. Anlegegoniometer, §. 22.; Reflexionsgoniometer, §. 23 — 25.; Messung der ebenen Winkel, §. 26.

Spaltungsverhältnisse, §. 27.

Andere Hülfsmittel, §. 28.

Allgemeinere Erklärungen und Betrachtungen, §. 29 — 57.

Flächen, Kanten, Ecken, §. 29 — 31.

Einfache —, zusammengesetzte Formen (Combinationen), §. 32 — 37.

Beschreibung der Combinationen (Abstumpfung, Zuschärfung, Zuspitzung), §. 38 — 42.

Geschlossene —, ungeschlossene einfache Formen, §. 43.

Axen, §. 44 und 45.

Vielarige —, einarige Formen, §. 46 und 47.

Bezeichnung der einfachen Formen, §. 48 und 49.

Zonen, §. 50.

Holoëdrische —, hemiëdrische Formen, §. 51.

Einfache Krystalle, Zwillingskrystalle, §. 52.

Krystallsysteme, §. 53 — 57.

Reguläres System, §. 58 — 136.

Holoëdrische Formen, §. 58 — 99.

Oktaëder, §. 60.

Würfel und Combination mit dem vorhergehenden, §. 61 — 64.

Dodekaëder und Combinationen mit den vorhergehenden, §. 65 — 67.

Ikositetraëder und Combinationen mit den vorhergehenden, §. 68 — 72.

Digitized by Google

Triakisoktaëder und Combinationen mit den vorhergehenden, §. 73 — 75.
Tetrakishexaëder und Combinationen mit den vorhergehenden, §. 76 — 78.
Hexakisoktaëder und Combinationen mit den vorhergehenden, §. 79 — 81.
Uebersicht der einfachen holoëdrischen Formen des regulären Systems, §. 82.
Unvollkommenheiten der wirklichen Krystalle, Verzerrungen derselben, §. 83 — 88.
Zusammenwachsungen einzelner Krystalle, Streifung, §. 89 — 91.
Zwillingskrystalle der holoëdrischen Formen, §. 92 — 99.
Hemiëdrische Formen, §. 100 — 121.
Tetraëder und Combinationen mit den vorhergehenden, §. 101 — 104.
Triakistetraëder und Combinationen derselben, §. 105 — 107.
Deltoiddodekaëder und Combinationen derselben, §. 108 — 110.
Hexakistetraëder und Combinationen derselben, §. 111 — 113.
Pentagonaldodekaëder und Combinationen derselben, §. 114 — 116.
Trapezoidikositetraëder und Combinationen derselben, §. 117 — 119.
Uebersicht der einfachen hemiëdrischen Formen (geneigtflächige — parallelflächige) des regulären Systems, §. 120.
Zwillingskrystalle der hemiëdrischen Formen, §. 121.
Uebersicht einiger im regulären System krystallisirenden Substanzen, §. 122 — 136.

Quadratisches System, §. 137 — 184.

Einfache holoëdrische Formen, §. 138 — 146.
Quadratische Pyramiden erster Ordnung, §. 138 und 139.
Quadratisches Prisma erster Ordnung, Endflächen, §. 140.
Quadratische Pyramiden und Prisma zweiter Ordnung, §. 141 — 143.
Symmetrisch achtseitige Pyramiden und Prismen, §. 144 und 145.
Uebersicht der einfachen holoëdrischen Formen, §. 146.
Combinationen der holoëdrischen Formen, §. 147 — 156.
— der quadratischen Pyramiden unter einander, §. 147.
— der quadratischen Pyramiden und Endflächen, §. 148.
— der quadratischen Pyramiden und Prismen, §. 149 und 150.
— quadratischen Prismen und Endflächen, §. 151.
— quadratischen Prismen, Pyramiden und Endflächen, §. 152.
— quadratischen Prismen unter einander, §. 153.
— der symmetrisch achtseitigen Pyramiden und Prismen mit den vorhergehenden, §. 154 und 155.
Betrachtung mehrzähliger Combinationen, §. 156.
Verzerrungen des quadratischen Systems, §. 157 — 159.
Hemiëdrische Formen und Combinationen derselben, §. 160 — 167.
Hemiëdrien der quadratischen Pyramiden, §. 160 — 165.
Hemiëdrien der symmetrisch achtseitigen Pyramiden und Prismen (quadratische Pyramiden und Prismen dritter Ordnung), §. 166 und 167.
Zwillingskrystalle, §. 168 und 169.
Formeln für den Zusammenhang zwischen Winkeln und Axen, §. 170 — 172.

Digitized by Google

Ueberſicht einiger im quadratiſchen Syſtem kryſtalliſirenden Subſtanzen, §. 173 — 184.

Hexagonales Syſtem, §. 185 — 246.

Einfache holoëdriſche Formen, §. 186 — 191.
Hexagonale Pyramiden und Prisma erſter Ordnung, Endflächen, §. 186 und 187.
Hexagonale Pyramiden und Prisma zweiter Ordnung, §. 188 und 189.
Symmetriſch zwölfſeitige Pyramiden und Prismen, §. 190.
Ueberſicht der einfachen holoëdriſchen Formen, §. 191.
Combinationen der holoëdriſchen Formen, §. 192 — 196.
Verzerrungen der hexagonalen holoëdriſchen Formen, §. 197.
Hemiëdriſche Formen, §. 198 — 230.
Rhomboëder und Combinationen derſelben, §. 199 — 216.
Scalenoëder und Combinationen derſelben, §. 217 — 226.
Hexagonale Pyramiden und Prismen dritter Ordnung, §. 227 und 228.
Trigonale Pyramiden und Prismen, Tetartoëdrie der ſymmetriſch zwölfſeitigen Pyramiden, §. 229 und 230.
Ungleiche Ausbildung an den entgegengeſetzten Enden, §. 231.
Zwillingskryſtalle, §. 232 und 233.
Formeln für den Zuſammenhang zwiſchen Winkeln und Axen, §. 234.
Ueberſicht einiger im hexagonalen Syſtem kryſtalliſirenden Subſtanzen, §. 235 — 246.

Rhombiſches Syſtem, §. 247 — 301.

Einfache holoëdriſche Formen (Pyramiden, Prismen und Domen, Endflächen), §. 249 — 253.
Combinationen der holoëdriſchen Formen, §. 254 — 276.
— der Pyramiden unter ſich, §. 254 und 255.
— der Pyramiden und der Endflächen, §. 256.
— der Endflächen unter ſich, §. 257 und 258.
— der Pyramiden und Prismen, §. 259 und 260.
— Pyramiden und Domen, §. 261 — 263.
— Prismen u. Domen und Endflächen, §. 264 und 265.
— Prismen und Domen, § 266 — 269.
Ueber die Wahl der Hauptaxe, §. 270 und 271.
Betrachtung mehrzähliger Combinationen, §. 272 — 276.
Verzerrungen der rhombiſchen Formen, §. 277 und 278.
Hemiëdriſche Formen und Combinationen derſelben, §. 279.
Ungleiche Ausbildung an den entgegengeſetzten Enden, §. 280.
Zwillingskryſtalle, §. 281 — 284.
Formeln für den Zuſammenhang zwiſchen Winkeln und Axen, §. 285.
Ueberſicht einiger im rhombiſchen Syſtem kryſtalliſirenden Subſtanzen, §. 286 — 301.

Digitized by Google

Monoklinometrisches System, §. 302 — 358.

Einfache Formen (Hemipyramiden, Prismen, Domen, Hemidomen, Endflächen), §. 304 — 309.
Combinationen, §. 310 — 324.
Betrachtung einiger Combinationen in Rücksicht auf Verwechselung mit ähnlichen Formen, §. 325 — 329.
Ueber die Wahl der Grundform und die Bestimmung monoklinometrischer Formen, §. 330.
Ueber den verschiedenen Habitus monoklinometrischer Combinationen, §. 331 — 334.
Verzerrungen, Unvollzähligkeit der Flächen u. s. w., §. 335 und 336.
Zwillingskrystalle, §. 337 — 340.
Formeln für den Zusammenhang zwischen Winkeln und Axen, §. 341 u. 342.
Uebersicht einiger im monoklinometrischen System krystallisirenden Substanzen, §. 343 — 358.

Di- und triklinometrisches System, §. 359 — 369.

Einfache Formen, §. 362 und 363.
Combinationen, §. 364 — 367.
Zwillingskrystalle, §. 368.
Uebersicht einiger im triklinometrischen System krystallisirenden Substanzen, §. 369.

Digitized by Google

Einleitung.

§. 1. Jeder feste Körper erfüllt einen begrenzten Raum; die Art der Raumbegrenzung, die Form des Körpers kann eine wesentliche oder eine zufällige sein. Wesentlich ist die Form eines Körpers, wenn sie in Zusammenhang steht mit den physikalischen und den chemischen Eigenschaften desselben; zufällig, wenn dies nicht der Fall ist.

Steinsalz kommt in Würfeln vor, und zwar hat es die Würfelform als eine wesentliche. Es steht diese Form in Zusammenhang mit den chemischen Eigenschaften des Steinsalzes, insofern Körper, die dem Steinsalz analog zusammengesetzt sind, gleichfalls in dieser Form vorkommen. Sie steht auch in Zusammenhang mit den physikalischen Eigenschaften des Steinsalzes, insofern dieses in der Richtung der Würfelflächen schwächere Cohäsion hat (nach dieser Richtung leichter zertheilbar ist), als nach anderen Richtungen, insofern der Steinsalzwürfel das Licht einfach bricht und dieses eine gemeinsame Eigenschaft der Körper ist, welchen die Würfelform als eine wesentliche zukommt u. s. w. — Dem Steinsalz kann man die verschiedenartigsten zufälligen Formen geben, z. B. die Form einer regelmäßig sechsseitigen Säule; diese Form steht weder mit den chemischen Eigenschaften des Steinsalzes in Zusammenhang, noch mit den physikalischen; alle Körper z. B., welchen die regelmäßig sechsseitige Säule als wesentliche Form eigen ist, brechen das Licht doppelt, das Steinsalz aber nicht.

Digitized by Google

§. 2. Die *wesentlichen* Formen, welche feste leblose Körper annehmen, unterscheiden sich von einander besonders in folgender Beziehung:

Der Raum, welchen der Körper einnimmt, ist in keiner Weise durch ebene Flächen begrenzt; die Form des Körpers ist eine *unregelmäßige*.

Oder: der Raum ist durch ebene Flächen begrenzt, welche dann auch nach gewissen Symmetriegesetzen geordnet sind; die Form des Körpers ist eine *regelmäßige*.

(Der Ausdruck „regelmäßige Form" bedeutet also hier keineswegs, was in der Stereometrie unter einem „regelmäßigen Körper" verstanden wird; letzteres bezeichnet Körper, welche durch congruente regelmäßige Flächen, die congruente Ecken bilden, begrenzt werden, während der erstere Ausdruck allgemein auf Körper geht, welche durch irgendwelche ebene Flächen, die nach irgendwelchen Symmetriegesetzen geordnet sind, begrenzt werden.)

§. 3. Diejenigen leblosen Körper, welche eine wesentliche unregelmäßige Form besitzen, nennt man *amorphe*. Die amorphen Körper zeichnen sich vorzüglich dadurch aus, daß sie nach allen Richtungen hin gleiche Cohäsion haben, auf den Trennungsflächen muscheligen Bruch zeigen, und das Licht stets einfach brechen (Glas, Geigenharz, Gummi u. a.).

Die Körper, welche eine wesentliche regelmäßige Form besitzen, nennt man *krystallisirte*. Sie zeigen nach gewissen Richtungen hin eine weniger starke Cohäsion, d. h. sie sind nach gewissen Richtungen hin spaltbar; sie brechen das Licht meistens doppelt.

(Derselbe Körper, im chemischen Sinne genommen, kann im amorphen und im krystallisirten Zustande erscheinen; ersteren nimmt er besonders dann an, wenn er aus dem flüssigen Zustande rasch, letzteren, wenn er daraus langsam und allmälig in den festen übergeht (vergl. §. 20 f.). Die amorphe Modification unterscheidet sich dann von der krystallisirten durch die Farbe, durch geringeres specifisches Gewicht, durch geringere Härte, niedrigeren Schmelzpunkt und durch die Eigenschaft, daß chemische Agentien leichter auf sie einwirken.)

§. 4. Als *Krystall* wird also jeder feste leblose Körper bezeichnet, welcher eine wesentliche regelmäßige Gestalt besitzt.

Digitized by Google

Die Lehre von den Eigenschaften der Krystalle im Allgemeinen hat man als Krystallologie benannt; es zerfällt diese in drei Unterabtheilungen:

I. Die Krystallographie oder die Lehre von den äußeren Eigenschaften der Krystalle; sie hat zu untersuchen, nach welchen Symmetriegesetzen die Krystalle durch Flächen begrenzt sind.

II. Die Krystallophysik oder die Lehre von dem Zusammenhange zwischen den krystallographischen und den physikalischen Eigenschaften der Krystalle. (Physikalische Eigenschaften sind diejenigen, welche ein Körper in Beziehung zu anderen, wägbaren oder unwägbaren, Materien zeigt, ohne daß dabei seine Eigenthümlichkeit aufgehoben wird; Kalkspath bricht das Licht doppelt, ohne dabei aufzuhören, Kalkspath zu sein.) Die Krystallophysik behandelt also z. B. die Abhängigkeit zwischen der Gestalt und den optischen Eigenschaften (daß würfelförmig gestaltete Krystalle das Licht einfach, rhomboëdrisch gestaltete es doppelt brechen); sie zeigt, wie zwischen der Gestalt gewisser Krystalle und der Art, wie diese durch Erwärmung elektrisch werden, eine Abhängigkeit existirt u. s. w.

III. Die Krystallochemie oder die Lehre von dem Zusammenhange zwischen den krystallographischen und den chemischen Eigenschaften der Krystalle (welche letztere erkannt werden als solche, die ein Körper in Beziehung zu anderen Materien unter Vernichtung seiner Eigenthümlichkeit zeigt; daß ein Stück Kalkspath aus Kalk und Kohlensäure besteht, läßt sich nur erkennen, indem das untersuchte Stück aufhört, Kalkspath zu sein). Die Krystallochemie untersucht also allgemein den Zusammenhang zwischen Gestalt und Mischung; sie lehrt, daß derselben chemischen Zusammensetzung mehrere wesentlich verschiedene Krystallformen zukommen können (Dimorphismus und Trimorphismus); daß Körper von verschiedener, aber analoger, Zusammensetzung übereinstimmende Krystallgestalt besitzen können (Isomorphismus), und Aehnliches.

§. 5. Vorliegende Schrift hat als nächsten Zweck nur die Anfangsgründe der Krystallographie darzulegen; auf die Forschungen der Krystallophysik kann hier nicht eingegangen werden, wohl aber wird manchmal an Einiges erinnert werden, was dem

Digitized by Google

Gebiete der Kryſtallochemie angehört, da neben der Einſicht in die Geſtaltungsgeſetze der Kryſtallformen auch die kryſtallographiſche Kenntniß der chemiſch wichtigeren Subſtanzen vermittelt werden ſoll, und auf dieſe Art Abhängigkeiten zwiſchen beſtimmter Art der Zuſammenſetzung *) und beſtimmter Kryſtallform ſich von ſelbſt ergeben.

---

*) Die Formeln, welche im Folgenden die chemiſche Conſtitution der Körper anzeigen, gründen ſich auf die Annahme nachſtehender Aequivalentgewichte für die Elemente, mit welchen Ammonium = Am = NH_4 und Cyan = Cy = C_2N hier zuſammengeſtellt ſind:

Aluminium Al = 13,7	Iridium Ir = 99	Selen Se = 40
Ammonium Am = 17	Kalium K = 39,2	Silber Ag = 108
Antimon Sb = 129	Kobalt Co = 29,5	Silicium Si = 22,5
Arſenik As = 75	Kohlenſtoff C = 6	Si = 15
Baryum Ba = 68,6	Kupfer Cu = 32	Stickſtoff N = 14
Beryllium Be = 7	Lithium Li = 6,4	Strontium Sr = 44
Be = 4,7	Magneſium Mg = 12	Tantal Ta = 185
Blei Pb = 104	Mangan Mn = 28	Tellur Te = 64
Boron B = 10,8	Molybdän Mo = 48	Titan Ti = 24
Brom Br = 78,4	Natrium Na = 23,2	Uran U = 60
Cadmium Cd = 56	Nickel Ni = 29,5	Waſſerſtoff H = 1
Calcium Ca = 20	Osmium Os = 99	Wismuth Bi = 213
Chlor Cl = 35,4	Palladium Pd = 53,3	Wolfram Wo = 96
Chrom Cr = 28	Phosphor P = 31,4	Zink Zn = 32,5
Cyan Cy = 26	Platin Pt = 99	Zinn Sn = 59
Eiſen Fe = 28	Queckſilber Hg = 100	Zirkonium Zr = 33,6
Fluor Fl = 18,7	Rhodium R = 52	Zr = 22,4
Gold Au = 199	Sauerſtoff O = 8	
Jod J = 126	Schwefel S = 16	

Für Beryllium, Zirkonium und Silicium ſtehen in dieſer Tabelle zwei verſchiedene Zeichen und Atomgewichte. Be und Zr gelten für Berzelius' Annahme, die Erden dieſer Metalle enthalten 2 Atome Metall auf 3 Sauerſtoff; Be und Zr für die L. Gmelin's, ſie enthalten 1 Atom Metall auf 1 Sauerſtoff. Si gilt für Berzelius' Annahme, die Kieſelerde enthalte 1 Atom Silicium auf 3 Atome Sauerſtoff; Si für die L. Gmelin's, ſie enthalte 1 Atom Silicium auf 2 Atome Sauerſtoff.

Die mit den Kaliumverbindungen analogen und häufig iſomorphen Ammoniakverbindungen ſind, um die Analogie in der Zuſammenſetzung deutlicher hervorzuheben, als Ammoniumverbindungen betrachtet (1 At. Ammoniak + 1 At. Waſſerſtoff ($NH_3 + H$) = 1 At. Ammonium (NH_4 = Am); 1 At. Ammoniak + 1 At. Waſſer ($NH_3 + HO$) = 1 At. Ammoniumoxyd (NH_4O = AmO).

Digitized by Google

Hülfsmittel bei dem krystallographischen Studium.

§. 6. Uebungen an Modellen. Die in der Natur vorkommenden oder künstlich dargestellten Krystalle sind gewöhnlich nicht ringsum ausgebildet, sondern da, wo sie mit der Unterlage in Berührung waren, durch zufällige, nicht der Krystallform angehörige, Flächen begrenzt; sie zeigen meistens zufällige Abweichungen von der vollkommen symmetrischen Ausbildung (Verzerrungen); endlich sind die wirklichen Krystalle, welche gewisse krystallographische Gesetze nachweisen, oft nur klein oder selten. Aus allen diesen Gründen benutzt man bei dem ersten Studium mit Nutzen Nachbildungen der Krystallformen, Krystallmodelle. Man hat diese in Holz, Pappe, Glas, Porcellanmasse und anderem Material ausgeführt. Wir wollen hier nur Einiges über die Anfertigung der Modelle aus Pappe sagen.

§. 7. Zum Zwecke dieser muß die Gestalt der Flächen, welche die darzustellende Krystallform begrenzen, gesucht werden oder bekannt sein. Für eine Anzahl wichtigerer Formen ist diese durch die beigefügten Netze gegeben. In diesen sind die Flächen gezeichnet, und zwar so, daß je zwei an der Krystallform zusammenstoßende (eine Kante bildende) auf dem Netz eine Linie gemeinschaftlich haben oder bei der weiteren Bearbeitung zusammenstoßen. Zur wenigst umständlichen Darstellung von Modellen mittelst dieser Netze eignet sich vorzüglich braune Glanzpappe, welche ziemlich dünn genommen werden kann. Man legt das Netz der Krystallform, deren Modell angefertigt werden soll, fest auf die Glanzpappe, sticht sämmtliche Eckpunkte des Netzes mittelst einer Nadel durch, und verbindet sie durch Linien; d. h. man trägt das Netz auf die Pappe selbst über. Man schneidet nun die Pappe in den äußersten (in den Netzen stärker gezogenen) Linien ganz, in den anderen (den feineren) etwas über die Hälfte durch; in den letzteren läßt sich die Pappe dann leicht so biegen, daß eine vollständig begrenzte Figur dadurch dargestellt wird. Man verbindet die durch die Biegung zusammenstoßenden Flächen zuerst mit Schellack, den man geschmolzen auf einzelne zusammenstoßende Theile aufträufeln läßt, bestreicht dann alle

Digitized by Google

Kanten des Modells mit starkem Leim, nimmt nach dem Trocknen desselben mittelst eines scharfen Messers die Schellacktropfen weg, und bestreicht mit Leim auch die Stellen, wo sie waren. — Es ist rathsamer, die beigegebenen Netze auf die Pappe überzutragen, als sie auf die Pappe aufzukleben und durchzuschneiden; im letzteren Falle erspart man sich zwar die Mühe des Uebertragens, aber das Netz selbst geht verloren. Der Anfänger wird natürlich mit der Anfertigung der leichtesten Modelle, wie z. B. Nr. 1, 2, 6, beginnen; die Form des Körpers, welcher durch das Zusammenbiegen entstehen soll, läßt sich außerdem aus der Zeichnung ersehen, auf welche das beigegebene Verzeichniß hinweist.

§. 8. Uebungen im Zeichnen. So fördernd die unmittelbare Anschauung von Krystallmodellen für das erste Studium der Krystallographie ist, so nothwendig ist es andererseits, daß der Anfänger sich bald an krystallographischen Zeichnungen zurecht zu finden wisse. Ein klares Verständniß derselben, ein deutlicher und richtiger Begriff darüber, wie ein durch eine Zeichnung dargestellter Körper wirklich aussieht, wird kaum anders erlangt, als dadurch, daß der Anfänger selbst zeichnet, d. h. nicht krystallographische Figuren abzeichnet, sondern bestimmte Körper selbst perspectivisch darstellt, Flächen in bestimmten Richtungen auf dem Papier perspectivisch legt, ihre Durchschnittslinien und den durch sie begrenzten Körper auf dem Papier selbst sucht und zeichnet.

Es kann hier über das krystallographische Zeichnen nur sehr Weniges, nur sehr Unvollständiges und nur höchst Elementares beigebracht werden, aber es reicht dieses doch hin, daß man sowohl für fast alle Krystallformen richtige Zeichnungen entwerfen, mithin einen zu beschreibenden Krystall richtig zeichnen, als auch sich an jeder Zeichnung wie an einem wirklichen Körper zurecht finden kann.

§. 9. Denken wir uns zwei in einer Horizontalebene rechtwinklig über einander liegende Linien*), die also von oben ge-

*) Es ist sehr anzurathen, daß der Anfänger sich diese Linien recht anschaulich mache, z. B. durch zwei Holzstäbchen, und daß er auch in der Folge dieses Hülfsmittel einer klareren Anschauung möglichst anwende.

Digitized by Google

sehen (im Grundriß) erscheinen, wie Fig. 1. Bezeichnen wir die vier Endpunkte dieser Linien mit *v* (vorn), *h* (hinten), *l* (links), *r* (rechts), und den Durchkreuzungspunkt mit *c*.

Befindet sich das Auge des Beschauers gerade über *c*, so wird er beide Linien erblicken, wie sie in Fig. 1. dargestellt sind; bei einer anderen Stellung des Auges werden aber die Linien dem Beschauer anders erscheinen. Befindet sich z. B. sein Auge gerade in der Verlängerung von *hv*, so wird er diese Linie zum Punkte verkürzt sehen, die Linie *lr* hingegen in ihrer ganzen Länge. Befindet sich sein Auge in der Horizontalebene beider Linien, aber in der Richtung zwischen *v* und *r*, näher nach *v* hin (z. B. bei *x*), so wird ihm die Linie *vh* im Vergleich zu der Linie *lr* verkürzt und ganz mit dieser zusammenfallend erscheinen. Befindet sich sein Auge außerhalb der Horizontalebene, z. B. etwas über *x*, so wird ihm der Winkel *vcl* (der in Wirklichkeit ein rechter ist) als ein spitzer, und außerdem auch noch die Linie *vh* verkürzt erscheinen. Die zwei Linien, die im Grundriß gesehen wie Fig. 1. erscheinen, zeigen sich dann, perspectivisch gesehen, wie es Fig. 2. darstellt.

§. 10. Als welcher Winkel der (in Wirklichkeit rechte) Winkel *vcl* oder (was derselbe Winkel ist) *hcr*, und in welcher Verkürzung die Linie *vh* in dem perspectivischen Bilde erscheint, das hängt ab von der Stellung des Auges des Beobachters, ob sich dieses höher oder niedriger über der Horizontalebene von *lr* und *vh* befindet, und ob näher nach *v* oder *r* hin. Wir wollen aber jenen Winkel und diese Verkürzung stets einerlei zeichnen. Für jenen Winkel wollen wir einen wählen, der sich immer durch eine einfache Construction genau finden läßt; wir werden dafür immer einen Winkel zeichnen, gegeben durch ein Kreissegment, dessen Sehne gleich ein Drittheil des Halbmessers ist. Um also, wenn Fig. 3. zwei auf einander rechtwinklig (und zwar von links nach rechts und von vorn nach hinten) liegende Linien im Grundriß zeigt, die perspectivische Lage von *vh* zu erhalten, ziehen wir von *c* aus mit einem willkürlichen Halbmesser Kreisbogen *ab* und *de*, und stechen die Punkte *b* und *e* so ab, daß *ab* sowohl als $de = \frac{1}{3}$ des willkürlich genommenen Halbmessers ist; eine durch *b* und *e* gezogene Linie repräsentirt uns jetzt die Richtung, in welcher *hv* in der per-

Digitized by Google

ſpectiviſchen Anſicht liegt. Wir zeichnen alſo immer ſo, daß jede Richtung von vorn nach hinten, die in Wirklichkeit mit der Richtung von links nach rechts einen rechten Winkel macht, uns gegen dieſe unter einem Winkel liegend erſcheint, der durch einen Bogen gegeben iſt, deſſen Sehne = ⅓ des Halbmeſſers; dieſen Winkel wollen wir den Uebereinkunftswinkel nennen, da er willkürlich gewählt iſt, und ſeine Anwendung gewiſſermaßen auf Uebereinkunft beruht. (In verſchiedenen kryſtallographiſchen Werken iſt übrigens auch der Winkel, unter welchem die Richtung von vorn nach hinten gegen die von links nach rechts zu liegen ſcheint, verſchieden gezeichnet.)

§. 11. Die Verkürzung, unter welcher uns jede Linie, die in der Richtung von vorn nach hinten liegt, in der perſpectiviſchen Anſicht erſcheint, wollen wir gleichfalls ein für allemal unveränderlich annehmen; wir wollen immer ſo zeichnen, daß, was in dieſer Richtung liegt, in der perſpectiviſchen Anſicht auf ein Drittheil ſeiner wirklichen Größe verkürzt erſcheine.

Die Richtung von vorn nach hinten erſcheint alſo in Fig. 3. perſpectiviſch geſehen in der Richtung liegend, wie ſie die geſtrichelte Linie *be* anzeigt. Der Punkt *x*, der in Wirklichkeit auf der Linie *vh* in dem Abſtande *xc* von dem Durchkreuzungspunkte *c* liegt, erſcheint in der perſpectiviſchen Anſicht auf der geſtrichelten Linie bei *x* in einem ⅓ ſo großen Abſtande von *c*.

Wenn alſo von einem Grundriß eine perſpectiviſche Anſicht zu zeichnen iſt, ſo zeichnen wir diejenigen Linien in der Richtung von links nach rechts gehend, welche auch in dem Grundriß in der Richtung von links nach rechts gehen; wir zeichnen unter dem Uebereinkunftswinkel gegen die Richtung von links nach rechts geneigt, was in dem Grundriß rechtwinklig darauf ſteht, d. h. alſo die Linien, die in Wirklichkeit in der Richtung von vorn nach hinten gehen. — Diejenigen Linien, die von links nach rechts gehen, zeichnen wir eben ſo groß, wie ſie in dem Grundriß ſind; diejenigen, welche von vorn nach hinten gehen, zeichnen wir in ⅓ ihrer wirklichen Größe.

§. 12. Bei der perſpectiviſchen Zeichnung eines Grundriſſes laſſen wir eine von links nach rechts gehende Linie nicht nur ihre wirkliche Richtung und Größe beibehalten (dieſes findet ja für alle von links nach rechts gehende Linien Statt), ſondern auch ihre

Digitized by Google

wirkliche Lage; diese eine Linie ist dieselbe in dem Grundriß der Figur und in der darauf gezeichneten perspectivischen Ansicht derselben. In den vorhergehenden Beispielen war dies die mit *lr* bezeichnete Linie. Man unterscheidet diese Linie so, daß man sagt: es ist die Linie, um welche sich der Grundriß dreht, damit er in der perspectivischen Ansicht erscheine. Bei der Betrachtung des Grundrisses einer Figur denkt man sich nämlich das Auge gerade darüber, bei der perspectivischen Ansicht aber denkt man sich es sie in schiefer Richtung betrachtend; anstatt den Ort des Auges zu verändern, wenn man von der Betrachtung im Grundriß zu der perspectivischen Ansicht übergehen will, kann man auch die im Grundriß dargestellte Figur selbst sich drehend denken, und zwar um eine Linie, welche die eben hervorgehobene ist, die nämlich ihre Richtung, Größe und Lage unverändert behält, während die anderen Linien in der perspectivischen Ansicht theils eine andere Lage, theils auch eine andere Richtung und Größe als in dem Grundriß haben. Man kann diese eine, eben hervorgehobene, Linie auch wohl so bezeichnen, daß man sagt, der Grundriß werde in Beziehung auf sie in Perspective gelegt.

§. 13. Es stelle Fig. 4. in der ausgezogenen Linie *lr* und den gestrichelten Linien *vh* und *ab* einen Grundriß vor von zwei sich kreuzenden Linien, die von links nach rechts und von vorn nach hinten gehen, und wo an dem einen Endpunkte vorn (*v*) der einen sich noch eine kleinere, mit der anderen Linie parallel gehende, befindet. Dieser Grundriß wird in Beziehung auf die Linie *lr* in Perspective gelegt, indem man diese Linie des Grundrisses auch zugleich als die perspectivische Ansicht derselben gelten läßt; indem man weiter die Linie *vh* (die in der Richtung von vorn nach hinten geht), unter den Uebereinkunftswinkel legt; indem man dann auf der so bestimmten perspectivischen Linie für die Richtung von vorn nach hinten den Ort für *v* dadurch bestimmt, daß man $\frac{1}{3}$ der Länge *cv* auf dem Grundriß von *c* aus auf der perspectivischen Richtung von vorn nach hinten aufträgt; und indem man endlich durch diesen perspectivischen Ort von *v* eine Linie in der Richtung von links nach rechts zieht, von derselben Größe wie die durch *v* in dem Grundriß

Digitized by Google

gehende Linie *a b*. So erhält man die Fig. 4. in ausgezogenen Linien dargestellte perspectivische Ansicht.

§. 14. Jeder Punkt eines Grundrisses ist in Beziehung auf eine Linie, die durch diesen von links nach rechts geht, leicht in Perspective zu legen; man verbindet jenen Punkt mit dieser Linie durch eine Hülfslinie in der Richtung von vorn nach hinten, d. h. man fällt aus jenem Punkte einen Perpendikel auf diese Linie, legt diesen Perpendikel unter dem Uebereinkunftswinkel in Perspective, trägt ein Drittheil des perpendiculären Abstandes jenes Punktes von besagter Linie auf der perspectivischen Ansicht des Perpendikels ab, und erhält so den gesuchten perspectivischen Ort des Punktes. — Es versteht sich von selbst, daß nach der hier befolgten Art zu zeichnen, Alles, was in dem Grundriß *hinter* der Linie liegt, in Beziehung auf welche in Perspective gelegt werden soll, in der perspectivischen Ansicht *über* dieser Linie liegt, und Alles, was im Grundriß *vor* ihr liegt, in der perspectivischen Ansicht *unter* ihr.

Es sei das Fig. 5. durch gestrichelte Linien im Grundriß dargestellte Quadrat in Perspective zu legen, und zwar in Beziehung auf eine Linie, die durch die Ecken links und rechts des Quadrates geht. Man zieht diese Linie (sie ist in der Figur punktirt); *in ihr* liegen die Ecken *l* und *r* des Quadrates, deren Ort also in der perspectivischen Ansicht derselbe bleibt, wie in dem Grundriß. Ein aus *h* auf diese Linie gefällter Perpendikel (er treffe sie bei *c*) geht verlängert auch durch *v*; man legt diesen Perpendikel um, unter den Uebereinkunftswinkel; er kommt so in die Richtung *a b* zu liegen, welche also in der perspectivischen Ansicht die Richtung von vorn nach hinten andeutet. Auf der Linie *a b* liegen also die perspectivischen Punkte für die Ecken *v* und *h* des Grundrisses, und zwar von *c* $\frac{1}{3}$ so weit abstehend, als es in dem Grundriß der Fall ist (die Abstände *v c* und *c h*, als in der Richtung von vorn nach hinten gelegen, zeichnen wir ja perspectivisch auf $\frac{1}{3}$ der wirklichen Größe verkürzt). So bekommt man für die Punkte *v* und *h* des Grundrisses ihre perspectivischen Orte; für *l* und *r* sind sie gleichfalls bestimmt; die Linien, welche sie verbinden (die in Fig. 5. ausgezogenen) geben also die perspectivische Ansicht eines mit einer Ecke nach vorn liegenden Quadrates.

Digitized by Google

§. 15. Der Anfänger wird sehr wohl thun, mehrere im Grundriß gezeichnete Figuren in Beziehung auf eine bestimmte von links nach rechts gehende Linie nach obigen Regeln in Perspective zu legen. Zur Vermittelung solcher Uebungen ist in Fig. 6. ein Quadrat in Beziehung auf eine Linie, die durch die Mitte zweier gegenüberliegender Seiten geht (also ein Quadrat, das mit einer Seite nach vorn liegt), in Fig. 7. ein reguläres Sechseck in Beziehung auf eine eben solche Linie (also ein Sechseck, das mit einer Ecke nach vorn liegt), in Fig. 8. ein reguläres Sechseck in Beziehung auf eine Linie, die durch zwei gegenüberliegende Ecken geht (also ein Sechseck, welches mit einer Seite nach vorn liegt) im Grundriß (die gestrichelten Linien) und in der perspectivischen Ansicht (die ausgezogenen Linien) gezeichnet. Es sind in diesen Figuren auch die in Anwendung kommenden Hülfslinien (punktirt) eingetragen. Fig. 9. und 10. geben Grundrisse und perspectivische Ansichten ohne diese Hülfslinien; hier ist immer nur die Linie punktirt eingetragen, in Beziehung auf welche in Perspective gelegt wurde. Jedes Eck einer perspectivischen Ansicht ist mit demselben Buchstaben bezeichnet wie das entsprechende Eck des Grundrisses. — Jeder Anfänger wird leicht selbst noch mehrere Grundrisse verschiedenartiger Figuren und perspectivische Ansichten derselben zu construiren wissen.

§. 16. Wir haben bisher nur das perspectivische Zeichnen von Figuren betrachtet, die in Wirklichkeit in einer horizontalen Ebene liegen; bei den krystallographischen Figuren sind auch Linien zu zeichnen, die in der Richtung von oben nach unten gehen. Wir zeichnen diese in unveränderter Richtung und unveränderter Größe. Was also senkrecht von oben nach unten geht, und in Wirklichkeit einen rechten Winkel mit der Richtung von links nach rechts macht, zeichnen wir auch in der perspectivischen Ansicht unter einem rechten Winkel gegen diese Richtung.

Alle Linien also, die in einer Krystallfigur von oben nach unten und von links nach rechts gehen, werden in ihrer natürlichen Richtung und Länge gezeichnet; alle, welche von vorn nach hinten gehen, werden unter dem Uebereinkunftswinkel gegen die Richtung von links nach rechts geneigt gezeichnet und auf ein Drittheil ihrer natürlichen Länge verkürzt. Alle wirklich parallelen Linien zeichnen wir auch in der perspectivischen Ansicht

Digitized by Google

parallel; ſolche Abſchnitte auf einer und derſelben Linie, die in Wirklichkeit gleich groß ſind, zeichnen wir auch in der perſpectiviſchen Anſicht gleich groß. Abſchnitte auf Linien in verſchiedenen Richtungen können natürlich in der perſpectiviſchen Anſicht oft ſehr verſchieden groß erſcheinen, wenn ſie auch in der Wirklichkeit gleich groß ſind.

§. 17. Seien drei Linien zu zeichnen, von welchen die eine ſenkrecht von oben nach unten, die zweite horizontal von links nach rechts, die dritte horizontal von vorn nach hinten geht, und welche drei Linien ſich in einem Punkte ſchneiden. Wir ziehen zuerſt die Linie von links nach rechts, legen die Linie von vorn nach hinten unter dem Uebereinkunftswinkel gegen die erſtere, und ziehen dann die Linie von oben nach unten durch den Schneidungspunkt, rechtwinklig gegen die Linie von links nach rechts. So ergiebt ſich Fig. 11., welche alſo die Richtungen vorn (*v*) nach hinten (*h*), links (*l*) nach rechts (*r*), oben (*o*) nach unten (*u*) andeutet. Sollen auf dieſe Linien Punkte aufgetragen werden, welche gleich weite Abſtände von dem Durchkreuzungspunkte der Linien (*c*) darſtellen, ſo zeichnen wir dieſe Punkte auf die Linien von links nach rechts und von oben nach unten wirklich gleich weit von *c* abſtehend, auf die Linie von vorn nach hinten aber $\frac{1}{3}$ ſo weit von *c* abſtehend. Die Punkte *v*, *h*, *l*, *r*, *o*, *u*, Fig. 11., deuten alſo Abſtände von *c* an, die in Wirklichkeit gleich groß ſind.

§. 18. Sei ein Würfel zu zeichnen, deſſen Kanten 1 Par. Zoll lang ſind, der auf einer Fläche aufſteht und mit einer Fläche nach vorn gerichtet iſt. Man beginne an einer Fläche, welche die Baſis vorſtellt, indem man (Fig. 12.) die vordere untere Kante, von links nach rechts, *ab* in der wirklichen Größe zieht. An *a* und *b* ſtoßen die unteren Kanten, die links und rechts von vorn nach hinten gehen, *ac* und *bd*; dieſe zeichnen wir unter dem Uebereinkunftswinkel gegen *ab* geneigt, und auf $\frac{1}{3}$ ihrer wirklichen Länge verkürzt. Die hintere untere Kante *cd* wird wieder in ihrer wirklichen Größe und Richtung (von links nach rechts) gezeichnet. Auf *a*, *b*, *c* und *d* kommen die verticalen Kanten zu ſtehen, welche alſo in wirklicher Größe und wirklicher Richtung (von oben nach unten) gezeichnet werden; ihre oberen Endpunkte werden dann durch Kanten verbunden,

Digitized by Google

von denen auch wieder die von links nach rechts gehenden in ihrer wirklichen Größe und Richtung, die von vorn nach hinten gehenden aber verkürzt und in abgeänderter Richtung erscheinen.

§. 19. Es ist dem Anfänger nicht genug anzurathen, sich möglichst mit dem Zeichnen krystallographischer Figuren zu beschäftigen. Nichts übt so das Vorstellungsvermögen, wie es für das krystallographische Studium ausgebildet werden muß, als diese Beschäftigung, und das sorgsame Vergleichen der selbstgezeichneten Figuren, der einzelnen Ecken und Linien, mit den entsprechenden Modellen und Stellen auf denselben. In dem Folgenden soll für das Zeichnen so viel Anleitung gegeben werden, als in einer solchen Schrift sich ohne Uebelstand geben läßt; es soll diese Anleitung nur dazu dienen, dem Anfänger bei den ersten Versuchen ein Leitfaden zu sein; den eigentlichen Nutzen schöpft er nur aus eigener Thätigkeit, und er lernt mehr, wenn er die Zeichnung einer einfachen Figur nach mehreren vergeblichen Versuchen selbstständig richtig zu Stande bringt, als wenn er eine complicirte Krystallgestalt von einer weitläufigen Anleitung gegängelt in kurzer Zeit richtig zeichnet.

Zu dem Zeichnen braucht man gutes Zeichnenpapier, gute Bleistifte (einen flach geschärften zum Ziehen von Linien, einen scharf gespitzten zum Markiren von Punkten), deren Striche durch Cautchouc sich leicht wegnehmen lassen; einen, besser mehrere, Zirkel, wo ein Bleistift eingesetzt werden kann, ein längeres und ein dreieckiges Lineal. Durch einen Punkt legt man eine Linie parallel mit einer anderen, indem man das Dreiecklineal mit seiner einen Seite (*a*) genau an diese Linie anlegt, das längere Lineal fest an eine andere Seite des Dreiecklineals, und nun dieses verrückt, bis seine Seite *a* sich genau an jenem Punkte befindet, durch welchen man nun längs dieser Seite *a* die gewünschte Linie zieht. — Bei dem Zeichnen von Krystallfiguren construirt man zuerst alle Kanten und Ecken fein mit Bleistift; man kann dann entweder die Eckpunkte mittelst einer Stahlspitze auf reines Papier übertragen, und auf diesem die Figur fertig ausführen, oder dies gleich auf dem ersten Papier thun. Zweckmäßig legt man dann alle Kanten der wirklich zu zeichnenden Krystallgestalt erst mit etwas stärkeren Bleistiftstrichen an, diejenigen, welche man wirklich sieht (die vorderen), in ausgezoge-

Digitized by Google

nen Linien, diejenigen, welche dem Beschauer durch den Krystallkörper selbst verdeckt sind (die hinteren), fein gestrichelt. Bei dieser vorgängigen Ausführung mit Bleistift erhält man eine vollkommene Uebersicht über die Zeichnung, und kann doch noch jeden Fehler (wenn man z. B. eine hintere Kante ausgezogen, statt gestrichelt hat) leicht verbessern. Dann führt man die Figur ganz in derselben Weise mit der Reißfeder und Tusche aus; es ist gut, namentlich wenn die Figur sehr viele Kanten hat, die hinteren höchst schwach und mit dünnerer Tusche, die vorderen stark und schwärzer zu zeichnen, damit der Körper im Bilde deutlicher hervortrete. Andere Linien als die Kanten, welche man sich in der Krystallfigur oder auf den Flächen gezogen denkt, sind in den Zeichnungen zu diesem Buche punktirt; der Anfänger thut besser, sie in anderen Farben zu ziehen und dabei eine gewisse Gleichförmigkeit zu beobachten; so z. B. alle Linien, die in dem Folgenden als Aren bezeichnet werden, roth auszuziehen.

Das Zeichnen von Krystallformen erscheint oft als Kleinigkeit und kann auch zur Spielerei werden; ordentlich betrieben giebt es, abgesehen von der Erleichterung des krystallographischen Studiums, dem Anfänger eine Sammlung selbst gezeichneter Figuren in die Hände, an welchen sich dieser besser zurecht findet, als an allen fremden Zeichnungen.

§. 20. Uebungen an wirklichen Krystallen; Entstehung derselben. Das Studium an Modellen und Zeichnungen ist wichtig für das Verständniß der krystallographischen Gesetze. Die theoretische Kenntniß der letzteren allein befähigt indeß keineswegs, für jeden wirklichen Krystall zu erkennen, nach welchen Gesetzen er gebildet ist. Die wirklichen, in der Natur sich findenden oder künstlich dargestellten, Krystalle weichen in ihrem Aussehen oft bedeutend von dem ab, welches sie gewissermaßen eigentlich haben sollten und mit welchem sie durch Modelle und Zeichnungen dargestellt werden. Sicherheit und Fertigkeit in der Bestimmung solcher Krystalle wird nur durch Uebung erreicht. In dem Folgenden werden immer Substanzen genannt werden, an welchen sich die zu besprechenden krystallographischen Eigenschaften vorfinden; ein großer Theil von ihnen ist leicht zu

Digitized by Google

erhalten oder darzustellen, und mit der Untersuchung dieser wirklichen Krystalle möglichst viel sich zu beschäftigen, ist dem Anfänger nicht genug anzurathen.

§. 21. Es mag hier Einiges über die Entstehung der Krystalle und die Mittel, sie deutlich zu erhalten, angeführt werden. Ein Körper nimmt meistens krystallinische Form an, indem er aus dem flüssigen Zustande in den festen übergeht. Selten sind die Fälle, wo eine feste oder nur erweichte unkrystallinische Substanz krystallinisch wird; es zeigt sich dies z. B. an der arsenigen Säure, die zu einem amorphen durchsichtigen Glase geschmolzen werden kann, welches allmälig undurchsichtig und krystallinisch wird; rasch abgekühlter, amorpher Schwefel oder Zucker, Glas bei höherer Temperatur u. a. zeigen gleichfalls Krystallinischwerden im festen Zustande.

Der flüssige Zustand, aus welchem ein Körper in den festen unter Annahme von Krystallgestalt übergeht, kann der elastischflüssige (gasförmige) oder tropfbarflüssige sein. Aus dem ersteren, durch Condensirung des Dampfes, bilden sich z. B. Krystalle von Salmiak, arseniger Säure u. a.

Häufiger entstehen die Krystalle bei dem Uebergange aus dem tropfbar flüssigen Zustande in den festen. Die Substanzen werden entweder nur durch Wärme flüssig gemacht (Schwefel, Wismuth) oder durch Wärme und ein flüssiges Lösungsmittel (Salpeter in Wasser, Schwefel in Schwefelkohlenstoff u. a.); in beiden Fällen erfolgt das Krystallisiren bei dem Erkalten. Oder die Substanz ist in einer Flüssigkeit gelöst, welche allmälig (durch Verdunstung oder Zusatz eines anderen Körpers) entzogen wird, wo das vorher Aufgelöste sich krystallinisch abscheidet (Kochsalz in Wasser gelöst bei Verdunstung des letzteren, Salpeter in Wasser gelöst bei Zusatz von Weingeist).

Einige Substanzen krystallisiren aus der Auflösung besser bei dem Erkalten, andere besser bei dem Verdunsten. Immer erhält man größere Krystalle, wenn die Krystallisation in einem hohen, als wenn sie in einem flachen und breiten Gefäße vorgenommen wird. Die Krystalle sind um so besser ausgebildet, je langsamer sie entstehen. Bei dem Krystallisiren durch Erkalten kann man dies erreichen, indem man die Quantitäten so groß nimmt, daß das Erkalten langsam vor sich geht, oder indem man das Gefäß

Digitized by Google

mit der zu kryſtalliſirenden Subſtanz in eine größere Menge einer heißen Flüſſigkeit taucht, und mit dieſer langſam erkalten läßt; bei dem Kryſtalliſiren durch Verdunſten durch angemeſſene Temperatur (die hier immer möglichſt gleichförmig ſein muß) und mehr oder weniger vollſtändige Verſchließung des Gefäßes, worin die zu kryſtalliſirende Subſtanz ſich befindet.

Da die Kryſtalle ſich um ſo regelmäßiger bilden, je langſamer ſie entſtehen, ſo ſind diejenigen Subſtanzen ſchwierig in guten Kryſtallen zu erhalten, deren Löslichkeit ſich mit der Temperatur ſehr raſch verändert; bei geringer Temperaturveränderung ſcheidet ſich ſogleich ſo viel von ihnen ab, daß dieſes ſich nicht zu einzelnen gut ausgebildeten Kryſtallen zuſammenfügen kann. Subſtanzen, welche ſehr löslich ſind, kryſtalliſiren aus demſelben Grunde weniger gut durch Verdunſtung des Löſungsmittels.

Die Veränderung der Löslichkeit durch Veränderung der Temperatur iſt nicht bei allen Temperaturen gleich groß; eine bei 20° geſättigte Salpeterlöſung ſetzt bei Erkaltung um 1° mehr Salpeter ab, als eine bei 0° geſättigte bei Erkaltung um gleichfalls 1°; gewiſſe Subſtanzen kryſtalliſiren daher beſſer bei einer, als bei einer anderen Temperatur, und im Allgemeinen (da faſt immer die Löslichkeitsveränderung bei niedrigen Temperaturen kleiner iſt, als bei höheren) bei niederen Temperaturen beſſer als bei höheren.

Subſtanzen, deren Löslichkeit in einer gewiſſen Flüſſigkeit ſich mit der Temperatur ſehr raſch verändert, kann man beſſer kryſtalliſirt erhalten, indem man eine andere Flüſſigkeit als Löſungsmittel nimmt, oder indem man die Löslichkeitsveränderung in der erſteren Flüſſigkeit durch Zuſatz eines anderen Stoffes verkleinert. Die Verſchiedenheit der Löslichkeit des Salmiaks in reinem Waſſer bei verſchiedenen Temperaturen iſt z. B. viel bedeutender, als die in harnſtoffhaltigem Waſſer.

Eine jede Subſtanz, welche man gut kryſtalliſirt erhalten will, iſt nach dieſen verſchiedenen Rückſichten zu unterſuchen, um die Umſtände zu erfahren, unter welchen ſie am beſten kryſtalliſirt. Haben ſich aus einer Auflöſung Kryſtalle abgeſetzt, ſo kann man dieſe vergrößert und rundum ausgebildet erhalten, indem man einzelne davon in geſättigte Auflöſung legt, die man langſam verdunſten läßt und in welcher man die Kryſtalle täglich

Digitized by Google

umwendet und von etwa angesetzten kleineren Krystallen säubert. Bei diesem Wachsenlassen der Krystalle vergrößern sie sich, wenn sie auf dem Boden des Gefäßes aufliegen, immer vorzugsweise im horizontalen Sinne (das Ankrystallisirende setzt sich neben an); um sie nach Einer Richtung vergrößert zu erhalten, hängt man sie passend so auf, daß diese Richtung senkrecht ist und der Krystall selbst im unteren Theile der Flüssigkeit schwebt (das Ankrystallisirende setzt sich dann reichlich unten an). Bei einigen sehr schwierig deutliche Krystalle bildenden Substanzen thut die Zeit das beste; man bringt die Auflösung, aus welcher sich Weniges abgeschieden hat, in einen Raum, wo sich die Temperatur innerhalb geringer Grenzen häufig ändert; allmälig verschwinden die kleinen Krystalle und etwas größere finden sich dafür deutlicher ausgebildet.

Oft zeigt ein Krystall bei seinem Entstehen so viele Flächen, daß dem Anfänger die Orientirung daran schwierig wird; das Wachsenlassen vermindert im Allgemeinen die Verschiedenartigkeit der Flächen, indem sich nur einige dabei vergrößern, andere kleiner werden oder zuwachsen. Umgekehrt kann es wünschenswerth sein, an einem einfacheren Krystall mehrerlei Flächen zu haben, als er zuerst zeigt; man erreicht dies oft so, daß man von dem Krystall sehr Weniges auflöst (das Gefäß, worin er sich mit der Mutterlauge befindet, gelinde erwärmt), und ihn dann wieder (durch Abkühlen) etwas wachsen läßt; zur rechten Zeit herausgenommen, zeigt er dann häufig zwischen den früheren Flächen jetzt auch noch neue. Ebenso kann man manchmal neue Krystallflächen hervorbringen, indem man zusammengewachsene Krystalle auseinanderbricht; die Zusammensetzungsfläche entspricht häufig einer Krystallfläche, welche man durch Wachsenlassen glatt erhalten kann. Endlich kann man derselben Substanz manchmal verschiedene Form geben, je nach einem Zusatz zu dem Lösungsmittel; Kochsalz krystallisirt aus reinem, harnstoffhaltigem oder sublimathaltigem Wasser verschieden; Alaun anders aus der Lösung in reinem Wasser, als aus einer mit Kali oder Salzsäure versetzten, u. a.

Digitized by Google

Hülfsmittel bei krystallographischen Bestimmungen.

§. 22. Winkelmessung. Bei krystallographischen Bestimmungen ist es oft von Vortheil oder nothwendig, zu ermitteln, unter welchem Winkel gewisse Flächen an einem Krystall zu einander geneigt sind. Es dienen hierzu die Winkelmesser oder Goniometer.

Das einfachste dieser Instrumente ist das Anlegegoniometer oder Handgoniometer, Fig. 69. Es besteht aus einem eingetheilten Halbkreise von Metall, *abd*, von welchem aus zwei Metallstreifen, *ec* und einer in der Richtung *dc*, nach dem Mittelpunkte gehen. Auf dem Halbkreise sind zwei Lineale, *km* und *gh*, angebracht, welche beide geschlitzt sind, so daß sie sich an dem Mittelpunkte *c* hin und her bewegen lassen und die Schenkel des Winkels *kch* größer oder kleiner gemacht werden können. Das Lineal *km* ist nur in diesem Sinne beweglich, das Lineal *gh* läßt sich außerdem noch um *c* drehen. Eine Linie in der Mitte des Lineals *km*, welche auch durch *c* geht, verbindet die Punkte 0° und 180° der Theilung des Halbkreises. Das andere Lineal *gh* ist an dem Theile, mit welchem es sich auf der Theilung bewegt, schmäler, so daß die (außerdem auch zugeschärfte) Kante *gi* verlängert durch den Mittelpunkt *c* hindurchginge. So ist der Winkel, welchen diese Kante *gi* auf der Theilung angiebt, gleich dem Winkel *n*, welchen die Kanten der Lineale, *kn* und *nh*, mit einander machen.

Bei dem Gebrauche bringt man den zu messenden Krystall zwischen die Lineale *kn* und *nh*, in der Richtung, daß beide auf der Durchschnittslinie oder Kante der zwei Flächen, deren Neigung zu einander gemessen werden soll, rechtwinklig stehen. Man hält den Krystall mit der linken Hand, das Goniometer etwa bei *e* zwischen dem Daumen und dem Mittelfinger; man legt das Lineal *km* fest auf die eine Krystallfläche an und bewegt, mit dem Zeigefinger bei *g*, das andere Lineal *gh*, bis dieses auf der anderen Fläche genau anliegt. Der Winkel, welchen dann die Kante *gi* des letzteren Lineals auf der Theilung an-

Digitized by Google

giebt, ist der, unter welchem beide Krystallflächen zu einander geneigt sind.

Wenn die eine Fläche einzelne Hervorragungen zeigt, auf ihr z. B. einzelne kleine Krystalle aufgewachsen sind, so legt man das Lineal *kn* fest auf die glatte Fläche und stellt das andere *hn* so, daß der helle Raum zwischen ihm und dem ebenen Theile der anderen Fläche parallel begrenzt erscheint. Stets ist besondere Sorgfalt darauf zu richten, daß beide Lineale auf der Kante zwischen den zwei Flächen rechtwinklig stehen.

Bei Messungen an Krystallen, die auf eine Unterlage aufgewachsen sind, giebt man den Theilen *kn* und *hn* der Lineale durch Verschieben der letzteren die angemessene Länge. Bei solchen Messungen ist manchmal der Theil *ab* des getheilten Halbkreises hinderlich. Gewöhnlich ist deshalb an den Anlegegoniometern der Halbkreis bei *b* durchschnitten und die zwei Theile mittelst eines Charniers verbunden; ein Metallstreifen *fi* läßt sich dann um *c* drehen; wenn er so steht, wie in Fig. 69., hält er den Theil *ab* des Halbkreises in gleicher Ebene mit *bd*; wenn er hingegen nach *e* hin gedreht ist, kann *ab* nach der Rückseite von *bd* hin umgeschlagen werden.

§. 23. Der Gebrauch des Handgoniometers ist sehr bequem, und Anfängern bei ihren krystallographischen Uebungen zu empfehlen. Er setzt aber voraus, daß die Krystalle ziemlich groß sind und ebene Flächen haben; und selbst im günstigsten Falle läßt sich nur bis auf ¼ Grad etwa genau damit messen. Sehr weiche Krystalle werden indeß durch Messungen mit dem Handgoniometer leicht beschädigt; kleine Krystalle, welche gewöhnlich vorzugsweise ebene Flächen zeigen, lassen sich nicht mit ihm messen. Für diese ist das, außerdem größere Genauigkeit gebende, Reflexionsgoniometer anwendbar, welches nur voraussetzt, daß die Krystallflächen eben und glänzend sind.

Die Anwendung dieses Instrumentes beruht auf Folgendem. Denken wir uns an einem verticalen Kreise *gh* (Fig. 70.) einen Krystall mit dem senkrechten Durchschnitt *abcd* so befestigt, daß die Kante *c* zwischen den zwei Flächen *bc* und *dc*, deren Neigung oder der Winkel *bcd* zu messen sei, in der Verlängerung der Axe jenes Kreises liege. Denken wir uns das Auge des Beobachters in *o*, so wird dieser an der Kante *c* des Krystalls

Digitized by Google

vorbei einen Gegenstand y sehen können, und in der glänzenden Fläche cb wird er gleichzeitig das Bild eines Gegenstandes x gespiegelt erblicken. Wird der Kreis mit dem Krystall so gedreht, daß die Fläche dc in die Lage kommt, welche vorher cb hatte, so wird dasselbe statthaben; der Beobachter wird gleichfalls gleichzeitig, neben oder auf einander, den Gegenstand y direct und den Gegenstand x durch Spiegelung sehen. Damit dc in die Lage komme, welche vorher cb hatte (damit dc in die Verlängerung cz von dc komme), muß der Krystall um den Winkel dcz, d. h. um den Complementwinkel für den gesuchten dcb zu 180^0, gedreht werden. Die Größe dieses Winkels dcz bestimmt man, indem man den eingetheilten Kreis sammt dem Krystall dreht, bis das bei o befindliche Auge des Beobachters x und y neben oder auf einander sieht; ein Zeiger p giebt an dem Kreise an, um welchen Winkel gedreht wurde. Gesetzt, der Zeiger habe bei 0 des getheilten Kreises gestanden, als die Fläche cb das Bild eines Gegenstandes x in das Auge o reflectirte, welches zugleich an c vorbei y sah; um 40^0 (den Winkel dcz) müßte der Kreis sammt dem Krystall gedreht werden, damit die Fläche dc das Bild von x in derselben Richtung reflectire (so daß es von dem in o befindlichen Auge gleichfalls in der Richtung ocy gesehen wird), so ist der Winkel bcd, unter welchem die zwei Flächen bc und cd zu einander geneigt sind, $= 180^0 - 40^0 = 140^0$.

Der Winkel also, unter welchem zwei Flächen zu einander geneigt sind, ist das Complement zu 180^0 von dem Winkel, um welchen man den Krystall drehen muß, damit die eine Fläche das Bild eines Gegenstandes in derselben Richtung reflectire, wie es vorher die andere that. Stand, als die eine Fläche dieses Bild in einer bestimmten Richtung reflectirte, der Zeiger p bei 0^0 der Theilung des Kreises, und, als die andere Fläche das Bild in derselben Richtung reflectirte, der Zeiger bei X^0 der Theilung, so ist die Neigung beider Flächen zu einander $= 180^0 - X^0$. Diesen Neigungswinkel kann man aber auch unmittelbar auf der Theilung ablesen, wenn man bei richtiger Lage der ersten Fläche (d. h. daß sie das Bild von x in einer bestimmten Richtung yco reflectirt) den Zeiger auf 180^0 stellt; dreht man dann, bis die andere Fläche in die richtige Lage kommt,

Digitized by Google

so zeigt der Zeiger unmittelbar den Neigungswinkel der zwei Flächen. Steht in Fig. 70. 0° an dem Zeiger, wenn die Fläche *cb* in der richtigen Lage ist, so kommt 40° an den Zeiger, wenn *cd* in diese Lage kommt, und der Winkel *bcd* wird dann = 180° — 40° = 140° gefunden; steht 180° an dem Zeiger bei richtiger Lage der Fläche *cb*, so wird 140° an demselben stehen, wenn die Fläche *cd* in die richtige Lage gekommen ist, und der Zeiger giebt also in diesem Falle den Neigungswinkel der Flächen, *bcd* = 140°, unmittelbar an.

§. 24. Das Instrument zur Benutzung dieses Princips ist in seiner einfachsten Gestalt so eingerichtet, wie es Fig. 71. im Durchschnitt, Fig. 72. in der perspectivischen Ansicht zeigt. Auf einer Fußplatte *A*, welche unbeweglich (z. B. durch Einschieben zwischen irgendwo befestigte Leisten) gestellt werden kann, steht eine Säule *B*, die ein Stück Messing *C* trägt. Letzteres ist durchbohrt; in ihm dreht sich eine Axe *D*, an welcher der getheilte Kreis *E* und außerdem eine runde Scheibe *F* und eine geränderte *G* befestigt sind; mittelst letzterer läßt sich die Axe *D* sammt der Scheibe *F* und dem Theilkreise *E* drehen. Sie kann aber auch unbeweglich gemacht werden; von dem Messingstück *C* aus geht ein Metallstück *S*, an welches sich ein anderes *T* anlegt, so daß die an *D* befestigte Scheibe *F* bei dem Drehen zwischen *S* und *T* gleitet; *T* kann aber gegen *S* gedrückt werden mittelst einer Schraube *U*, und durch das Anziehen der letzteren wird *F* zwischen *S* und *T* geklemmt und sammt der Axe *D* und dem Theilkreise *E* unbeweglich gemacht. — Von *C* aus geht außerdem noch ein Metallstreifen *Q*, welcher einen Nonius *R* trägt, dessen Nullpunkt dem Zeiger *p* in Fig. 70. entspricht. — Die Axe *D* ist wiederum durchbohrt; in ihr dreht sich eine dünnere Axe *H* mit einigem Widerstande, an welcher einerseits die geränderte Scheibe *I* befestigt ist, andererseits ein knieförmiges Stück Messing *K*. *K* trägt eine Büchse *L*, in welcher das gleichfalls knieförmige Stück *M* beweglich ist; *M* wiederum eine Büchse *N*, in welcher ein Stift *O* mit der Scheibe *P* sich drehen und hin- und herziehen läßt. Die Bewegungen in *L* und *N* sind gleichfalls nur mit einigem Widerstande ausführbar, so daß sie nicht von selbst eintreten.

Wenn die Schraube *U* nicht angezogen ist, kann man mit-

Digitized by Google

telst der Scheibe *G* die Are *D* sammt *F* und dem Theilkreis *E* drehen, und die Are *H* sammt allem daran Befestigten macht dann diese Bewegung mit. Ist die Schraube *U* fest angezogen, so kann man die Scheibe *G* nicht drehen, wohl aber noch die Scheibe *I*, und durch diese die Are *H* sammt *K*, *M*, *O*.

§. 25. Zur Messung mittelst dieses Instrumentes giebt man ihm eine feste Stellung auf einem Tische, gegenüber einem Fenster und etwa 10 bis 20 Fuß davon entfernt; man stellt es so, daß der Theilkreis vertical und rechtwinklig auf die Ebene des Fensters ist, die Aren des Instrumentes mithin einer horizontalen Fenstersprosse parallel sind. Das knieförmige Stück *M* stellt man so, daß der horizontale Theil desselben mit dem horizontalen Theile von *K* einen Winkel bildet; an das Ende des Stiftes *OO* befestigt man mit etwas Wachs den zu messenden Krystall *a*, so daß die Kante zwischen den zwei Flächen, deren Neigung bestimmt werden soll, dem Augenmaße nach möglichst genau in der Verlängerung der Are *H* des Goniometers liegt. In Fig. 72. sei diese Kante die zwischen der oberen und der vorderen Krystallfläche liegende. Es läßt sich indeß diese Kante dem bloßen Augenmaße nach nicht hinlänglich genau parallel mit der Are *H* einstellen; zur genaueren Einstellung dienen die Bewegungen in *L* und in *N*. — Denken wir uns das Auge des Beobachters vor und etwas über dem Krystall *a*, so wird es an der zu messenden Kante vorbei eine unter dem Fenster gezogene horizontale schwarze Linie *y* direct sehen können, und bei Drehung des Krystalls (mittelst Umdrehung der Scheibe *I*) wird es bald durch die eine, bald durch die andere Krystallfläche das Bild des Fensters sammt den Fenstersprossen reflectirt sehen; die Kante zwischen den zwei zu messenden Krystallflächen ist dann der Are *H* parallel, wenn beide Flächen die horizontalen Fenstersprossen auch im reflectirten Bilde horizontal zeigen, d. h. wenn die in beiden Flächen reflectirt gesehenen Fenstersprossen der horizontalen Linie *y* parallel erscheinen. Ist der Krystall nur dem Augenmaß nach an *O* befestigt, so wird diese Bedingung meist an beiden Flächen nicht erfüllt; die genauere Einstellung beruht darauf, daß man mittelst der Bewegungen in *L* und *N* einer Fläche eine andere Lage geben kann, ohne daß zugleich die andere ebenso stark aus ihrer Lage

Digitized by Google

gebracht wird. Befindet sich z. B. die ganze Vorrichtung in dem Zustande, wie sie Fig. 72. zeigt, so wird durch Drehen des Stiftes *OO* in *N* hauptsächlich die obere Fläche des Krystalls *a* in ihrer Lage verändert, viel weniger die vordere; umgekehrt bringt ein Drehen von *M* (sammt dem, was daran befestigt ist) in *L* eine größere Veränderung in der Lage der vorderen, als in der der oberen Fläche von *a* hervor. Indem der Beobachter jede Fläche mittelst der Bewegung, welche ihre Lage (oder die Richtung, in welcher die Fenstersprossen von ihr reflectirt erscheinen) am stärksten verändert, so einstellt, daß die horizontalen Fenstersprossen auch in dem von ihr reflectirten Bilde horizontal erscheinen, kann er die Kante zwischen den Flächen der Axe des Instrumentes leicht genau parallel stellen. — Der Beobachter sitzt z. B. vor dem Goniometer Fig. 72., er blickt an der Kante weg nach der horizontalen Linie *y* und sieht in der oberen Fläche das Bild des Fensters (welches letztere um *x* herum sich befinden mag); er stellt mittelst der Bewegung in *N* den Krystall so, daß die reflectirten Fenstersprossen ihm parallel mit *y* erscheinen. Dann dreht er an *I*, bis die bisher vordere Fläche oben hin kommt und ihm das Bild des Fensters reflectirt; er stellt jetzt den Krystall mittelst der Bewegung in *L* ebenso ein. Diese Operationen wiederholt er, bis die horizontalen Fenstersprossen durch beide Flächen parallel mit *y* reflectirt erscheinen.

Der Krystall ist dann richtig eingestellt. Der Beobachter dreht nun an *G* (die Schraube *U* muß gelüftet sein), bis 180° auf dem Theilkreise *E* an dem Nullpunkt auf dem Nonius *R* steht; er befestigt den Theilkreis in dieser Stellung durch Anziehen der Schraube *U*. Er dreht an *I*, bis das Bild einer (z. B. durch ein angestecktes Stück Papier) bestimmten Fenstersprosse oder des ausgeschnittenen lichten Raumes in einem auf das Fenster befestigten schwarzen Papier *x* durch eine Fläche in sein Auge reflectirt wird, welches an der Kante des Krystalls vorbei nach *y* hinsieht, d. h. bis das Bild und diese Linie sich decken. Dann löst er die Schraube *U*, und dreht (ohne an *I* zu rühren) die Scheibe *G*, bis die andere Fläche ganz dasselbe thut. Dann liest er auf dem Theilkreise den Stand des Nullpunktes des Nonius ab, und erfährt so den Winkel, unter welchem beide Flächen zu einander geneigt sind.

Digitized by Google

Je beſſer die Flächen eines Kryſtalls ſpiegeln, um ſo weiter entfernte Gegenſtände kann man bei der Meſſung dazu benutzen, ihr reflectirtes Bild zur Coincidenz mit der Linie *y* zu bringen, und um ſo genauer iſt im Allgemeinen das Reſultat der Meſſung; als entferntere Gegenſtände kann man den Schornſtein eines gegenüberſtehenden Hauſes u. a. nehmen. Spiegeln die Kryſtalle ſchlecht, ſo muß man nähere Gegenſtände reflectiren laſſen, manchmal ſelbſt eine Lichtflamme, deren Helligkeit man durch einen dunkeln Hintergrund noch mehr hervortreten macht. Bei ſolchen ſchlecht ſpiegelnden Kryſtallen kann man häufig die horizontalen Fenſterſproſſen im reflectirten Bilde nicht mehr unterſcheiden, und benutzt dann zur Einſtellung das Bild des dickeren verticalen Fenſterrahmenſtücks, welches von jeder Fläche reflectirt dem Beobachter gerade in der Richtung von ihm nach dem Fenſter hin erſcheinen muß, wenn der Kryſtall richtig eingeſtellt iſt.

Die meiſten künſtlichen Kryſtalle verlieren durch Berührung mit der Hand den Glanz und ertragen nicht das Abputzen; bei ihrer Unterſuchung und Meſſung thut man wohl, ſie mit der am unvollkommenſten ausgebildeten Stelle mittelſt etwas Wachſes an ein kleines Holzſtäbchen zu befeſtigen, und ſie nur an dieſem anzufaſſen und an dem Goniometer zu befeſtigen.

§. 26. Auch die Größe der ebenen Winkel auf den Kryſtallflächen kann behufs der Kryſtallbeſtimmung unterſucht werden, und namentlich für mikroſkopiſche Kryſtalle hat man dieſes Hülfsmittel angewandt. Seine Benutzung iſt zu eingeſchränkt und die Beſchreibung würde mehr Weitläufigkeit erfordern, als daß hier darauf eingegangen werden kann, ſo nützlich es auch für einzelne Fälle iſt.

§. 27. Von Wichtigkeit iſt die Eigenſchaft der kryſtalliſirten Subſtanzen, daß ſie im Allgemeinen nach gewiſſen Richtungen hin weniger Zuſammenhang zeigen, als nach anderen, oder daß ſie nach gewiſſen Richtungen hin *ſpaltbar* ſind. Die Spaltbarkeit zeigt ſich, indem man einen Kryſtall auf's Gerathewohl zerſchlägt, wo die Bruchſtücke durch ebene Flächen nach den Spaltungsrichtungen hin begrenzt ſind; oder darin, daß nach dieſen hin Sprünge in dem Kryſtall bemerkbar ſind; oder, indem man nach verſchiedenen Richtungen hin den Kryſtall zu trennen ſucht, wo ſich die Spaltungsrichtungen dadurch zu erkennen geben, daß

Digitized by Google

nach ihnen die Trennung leichter und unter Hervorbringung ebener Flächen statthat. Bei dem Zerschlagen auf's Gerathewohl zeigen nur die Krystalle deutliche Spaltungsrichtungen, welche nach diesen in hohem Grade leicht sich trennen. Die letzte Art, die Spaltungsrichtungen aufzusuchen, ist die sicherste und allgemeinste; man führt sie aus, indem man einen Meißel auf den Krystall aufsetzt und mit einem Hammer einen kurzen Schlag auf diesen giebt, oder auch manchmal zweckmäßig mittelst eines Messers und eines raschen Druckes auf dasselbe. Die Richtung der Spaltbarkeit wird bezeichnet durch die Krystallflächen, mit welchen sie parallel ist; außerdem wird der Grad der Spaltbarkeit, ob mehr oder minder leicht oder vollkommen, angegeben.

Mit den Spaltungsrichtungen sind die Zusammensetzungsrichtungen nicht zu verwechseln; letztere sind die, nach welchen zwei Krystalle an einander gewachsen sind oder sich berühren. Die Spaltungsflächen sind durch die ganze Masse eines Krystalls in jedem Punkte hervorbringbar, die Zusammensetzungsflächen zeigen sich nur da, wo verschiedene Krystalle an einander gewachsen sind.

§. 28. Endlich bieten noch gewisse Eigenschaften der Flächen, ein verschiedener Grad des Glanzes, Streifung u. s. w., Anhaltspunkte zu krystallographischen Bestimmungen; an einzelnen Beispielen werden wir in dem Folgenden darauf zurückkommen.

Digitized by Google

Allgemeinere Erklärungen und Betrachtungen.

Flächen, Kanten, Ecken.

§. 29. Die Kryſtalle ſind durch ebene Flächen begrenzt; bei der Unterſuchung eines Kryſtalls beachtet man die Zahl, die Form und die Lage der begrenzenden Flächen. Die Linien, in welchen zwei Flächen zum Durchſchnitt kommen, heißen Kanten; man beachtet bezüglich der Kanten an einem Kryſtall die Zahl, die relative Größe, die Lage derſelben, und unter welchem Winkel zwei eine Kante bildende Flächen zu einander geneigt ſind. Wenn drei oder mehrere Flächen in einem Punkte zuſammentreffen, ſo bilden ſie hier ein Eck; man beachtet die Zahl der Ecken an einem Kryſtall, und die Zahl und die Art der Flächen und Kanten, welche in jedem Eck zuſammenſtoßen. Oft unterſucht man auch die Form eines beſtimmten Schnittes durch einen Kryſtall; Schnitt heißt derjenige Theil einer durch eine Kryſtallform gelegten Ebene, welcher innerhalb derſelben enthalten iſt.

§. 30. Gleichnamige Flächen ſind ſolche, welche einander gleich und ähnlich ſind und eine gleiche Lage haben; ungleichnamige ſolche, welche nicht gleich und ähnlich ſind oder eine verſchiedene Lage haben. Fig. 73. (Modell 1) iſt nur durch gleichnamige Flächen begrenzt; Fig. 75. (Mod. 4) nicht, aber die ſechs quadratiſchen Flächen an dieſer Form ſind alle gleichnamig (ſie ſind congruent und haben gleiche Lage, jede liegt nämlich zwiſchen vier gleichſeitig dreieckigen Flächen), und ebenſo die acht gleichſeitig dreieckigen Flächen unter ſich. In Fig. 254. ſind die mit ∞P bezeichneten Flächen unter ſich gleichnamig,

Digitized by Google

er keineswegs mit der Fläche $\infty \breve{P} \infty$ und der gegenüberlienden, obgleich beiderlei Flächen Rechtecke vorstellen, denn die ige ist verschieden; die Flächen ∞P liegen immer zwischen zwei eckigen Flächen, die Flächen $\infty \breve{P} \infty$ hingegen zwischen zwei ctangulären.

Gleichflächige Kanten werden von gleichnamigen Flächen gebildet, ungleichflächige von ungleichnamigen. Fig. 73. (Mod. 1) hat nur gleichflächige Kanten, Fig. 75. (Mod. 4) nur ungleichflächige; denn an der letzteren wird jede Kante durch das Zusammenstoßen einer viereckigen und einer dreieckigen Fläche gebildet.

Gleiche Kanten sind solche, in welchen die sie bildenden Flächen unter demselben Winkel zu einander geneigt sind und welche eine gleiche Lage haben; ungleiche Kanten solche, deren Lage oder wo die Neigung der Flächen verschieden ist. Der Würfel, Fig. 77. (Mod. 2), hat nur gleiche Kanten; an der rhombischen Säule, Fig. 418., sind die Kanten links und rechts gleiche, aber die Kante vorn und die links sind ungleiche, weil die Flächen in der Kante vorn unter einem stumpfen, in der Kante links unter einem spitzen Winkel zusammenstoßen. Daß an der doppelt sechsseitigen Pyramide, Fig. 376. (Mod. 27), die Kanten AB und BB ungleich sind, ergiebt sich schon aus ihrer verschiedenen Lage; die Kanten AB gehen von einem sechsflächigen Eck zu einem vierflächigen; die Kanten BB liegen hingegen zwischen je zwei vierflächigen Ecken.

§. 31. Man bezeichnet nämlich ein Eck, je nachdem drei, vier u. s. w. Flächen in ihm zusammenstoßen, als ein drei-, vier- u. s. w. flächiges Eck. Wird ein Eck nur von gleichnamigen Flächen gebildet, so heißt es gleichflächig, wo nicht, ungleichflächig. An der gewöhnlichsten Form des Bergkrystalls z. B., Fig. 205. (Mod. 28), sind die von sechs gleichnamigen (gleichschenklich dreieckigen) Flächen gebildeten Ecken gleichflächige, die von je zwei gleichschenklich dreieckigen und von zwei rectangulären Flächen gebildeten Ecken hingegen ungleichflächige. — Ecken, in welchen nur gleiche Kanten zusammenstoßen, heißen gleichkantige, Ecken, wo ungleiche Kanten zusammenstoßen, ungleichkantige. In der eben erwähnten Fig. 205. (Mod. 28) sind die sechsflächigen Ecken gleichkantig, die vierflächigen

Digitized by Google

Ecken hingegen ungleichkantig. Ein ungleichkantiges Eck kann *symmetrisch* oder *unsymmetrisch* sein, je nachdem die es bildenden ungleichen Kanten in regelmäßiger Abwechselung auf einander folgen oder nicht. Die vierflächigen Ecken *B* an der doppelt sechsseitigen Pyramide, Fig. 376 (Mod. 27), sind symmetrisch, die vierflächigen Ecken an der gewöhnlichen Form des Bergkrystalls, Fig. 205. (Mod. 28), hingegen unsymmetrisch. — *Gleiche* Ecken sind diejenigen, an welchen sich dieselben Flächen und dieselben Kanten vorfinden, ungleiche, wo dies nicht der Fall ist. Der Würfel, Fig. 77. (Mod. 2), hat keine andere, als gleiche Ecken, die doppelte sechsseitige Pyramide Fig. 376. (Mod. 27) aber nicht, sondern zweierlei Ecken, sechsflächige und vierflächige; in dem letzteren Falle sind die sechsflächigen Ecken unter sich gleich, und ebenso die vierflächigen unter sich.

Einfache Formen, zusammengesetzte Formen (Combinationen).

§. 32. An einigen Krystallformen finden sich nur gleichnamige Flächen, an anderen ist dies nicht der Fall. Erstere nennt man *einfache Formen*, letztere *zusammengesetzte Formen* oder *Combinationen*. Einfache Formen sind z. B. das Regulär-Oktaëder (die doppelte quadratische Pyramide, welche von acht gleichseitigen Dreiecken begrenzt wird) Fig. 73. (Mod. 1), der Würfel Fig. 77. (Mod. 2), die doppelte sechsseitige Pyramide Fig. 376. (Mod. 27). Zusammengesetzte Formen sind Gestalten wie z. B. der Würfel mit abgestumpften Ecken, Fig. 76. (Mod. 3), der durch sechs achteckige und durch acht dreieckige Flächen begrenzt wird, oder wie die gewöhnlichste Form des Bergkrystalls, Fig. 205. (Mod. 28), an welcher sich zwölf gleichschenklich dreieckige und sechs rectanguläre Flächen finden.

§. 33. Die einfachen Formen sind unter sich zunächst in der Beziehung verschieden, daß das Symmetriegesetz, wie die Flächen an ihnen geordnet sind, verschieden sein kann. So erlaubt die Symmetrie der Raumbegrenzung bei dem Regulär-Oktaëder, Fig. 73 (Mod. 1), ihm eine solche Stellung zu geben, daß der Krystall oben und unten ausgebildet ist, wie neben links und rechts, und wie vorn und hinten; man braucht nur den Krystall

Digitized by Google

so zu stellen, daß ein Eck oben, eins vorn, eins rechts steht, so findet dies Statt. Die doppelte quadratische Pyramide, Fig. 361. (Mod. 20), welche durch acht gleichschenkliche Dreiecke begrenzt wird und wo die sechs Ecken nicht sämmtlich gleichartig sind, kann unmöglich in eine solche Stellung gebracht werden, wohl aber kann man sie so stellen, daß sie nach links und rechts so ausgebildet erscheint wie nach vorn und hinten, aber anders ausgebildet nach oben und unten. — Weiter sind die einfachen Formen verschieden nach der Anzahl, der Gestalt und der Neigung der sie begrenzenden Flächen. Das Regulär-Oktaëder und den Würfel kann man so stellen, daß jede dieser Formen nach oben und unten ebenso ausgebildet ist wie nach links und rechts und wie nach vorn und hinten, aber das erstere ist begrenzt durch acht gleichseitige Dreiecke, welche in einem stumpfen Winkel in den Kanten zu einander geneigt sind, der letztere durch sechs quadratische unter rechten Winkeln zu einander geneigte Flächen.

§. 34. Einfache Formen haben gleichnamige Flächen; die Flächen sind also an einer einfachen Form alle gleich, aber die Kanten und die Ecken sind es keineswegs an allen. Es giebt einfache Formen, wo auch die Kanten und die Ecken alle gleich sind, so z. B. der Würfel Fig. 77. (Mod. 2), und das Regulär-Oktaëder Fig. 73. (Mod. 1). An anderen sind die Kanten alle gleich, aber verschiedene Ecken kommen an ihnen vor; so an dem durch zwölf rhombische Flächen begrenzten Rhomben-Dodekaëder, Fig. 80. (Mod. 6), welches sechs vierflächige und acht dreiflächige Ecken hat. An noch anderen zeigen sich sowohl verschiedene Kanten als auch verschiedene Ecken; an der doppelten quadratischen Pyramide, Fig. 361. (Mod. 20), sind die vier Ecken an der Basis verschieden von den zwei Ecken in den Spitzen, und die vier Kanten an der Basis verschieden von den acht Kanten, welche von der Basis zu den Spitzen hinführen. — Also nicht bloß der Begriff »regelmäßige Krystallform« überhaupt ist verschieden von dem, was in der Stereometrie als »regelmäßiger Körper« bezeichnet wird (vergl. §. 2.), sondern auch der Begriff einer einfachen Form.

§. 35. Man kann eine jede zusammengesetzte Form oder Combination auf mehrere einfache Formen zurückführen, indem man sich die einen oder die anderen gleichnamigen Flächen bis zum Verschwinden der anderen vergrößert denkt. Denkt man

Digitized by Google

ſich z. B. in der Combination Fig. 76. (Mod. 3; dem Würfel mit abgeſtumpften Ecken), die ſechs achteckigen Flächen wachſend, bis ſie den Raum vollſtändig begrenzen, ſo ergiebt ſich die einfache Geſtalt eines Würfels; denkt man ſich hingegen die acht dreieckigen Flächen bis zur vollſtändigen Raumbegrenzung vergrößert, ſo bilden dieſe ein Regulär-Oktaëder. Denkt man ſich an der gewöhnlichſten Form des Bergkryſtalls, Fig. 205. (Mod. 28), die zwölf dreieckigen Flächen vergrößert, ſo werden dieſe zu einer vollſtändigen doppelten ſechsſeitigen Pyramide; denkt man ſich die ſechs rectangulären Flächen vergrößert, ſo geht jene Form über in eine regelmäßig ſechsſeitige Säule von unbeſtimmter Länge.

Die verſchiedenen Flächen, welche ſich an einer Combination vorfinden, gehören alſo verſchiedenen einfachen Formen an; man kann ſich eine Combination denken als den Raum, welcher innerhalb mehrerer über denſelben Mittelpunkt conſtruirter einfacher Formen in ihnen allen enthalten iſt. In Fig. 13. und 14. iſt ein Würfel und ein Regulär-Oktaëder (in den zwei Figuren in verſchiedenem Größenverhältniß), nur den vorderen Kanten nach, dargeſtellt, welche denſelben Mittelpunkt haben; derjenige Theil des Raumes erſcheint nun als Combination dieſer einfachen Geſtalten, welcher zugleich in dem Würfel und in dem Oktaëder enthalten iſt; die Begrenzung dieſes Raumes, die Combination, iſt in dieſen Figuren ſchattirt und durch ſtärkere Linien hervorgehoben. In dieſen Combinationen ſieht man ſo viel von dem Würfel, als von ſeiner Maſſe gewiſſermaßen auch Maſſe des Oktaëders iſt; ſo viel von dem Oktaëder, als von ſeiner Maſſe auch Maſſe des Würfels iſt. Die Oktaëderecken zeigen ſich nicht an den Combinationen, weil ſie außerhalb der Raumbegrenzung des Würfels liegen; die Würfelecken erſcheinen nicht daran, weil ſie außerhalb der Raumbegrenzung des Oktaëders liegen.

§. 36. Man ſagt, daß die Flächen einer einfachen Form in einer Combination *vorherrſchen*, wenn dieſe Flächen die größeren ſind und wenn das ganze Ausſehen, der Habitus, des Kryſtalls mehr an dieſe einfache Form erinnert; man nennt die Flächen einer einfachen Form *untergeordnet*, wenn ſie nur klein ſich zeigen und nicht den Habitus beſtimmen. So hat die Combination Fig. 13. (für ſich Fig. 74. und Mod. 5 dargeſtellt) den

Digitized by Google

Habitus eines Oktaëders, an welchem nur die Ecken, und zwar durch Flächen eines Würfels, abgestumpft sind; hier sind also die Oktaëderflächen vorherrschend, die Würfelflächen untergeordnet. Umgekehrt tritt in Fig. 14. (für sich Fig. 76. und Mod. 3 dargestellt) die Gestalt eines Würfels mehr hervor, und seine Flächen sind die vorherrschenden, die Oktaëderflächen die untergeordneten. Herrscht keine der einfachen Formen an einer Combination vor, so sagt man, daß sie im Gleichgewicht daran auftreten, oder daß die Combination ein Mittelkrystall zwischen den verschiedenen einfachen Formen ist. Denkt man sich z. B. in Fig. 13. (oder Fig. 74. Mod. 5) die (quadratischen) Würfelflächen vorherrschend werdend (etwa durch Abschneiden von dem Krystall in paralleler Richtung mit ihnen), bis sie sich eben mit den Ecken berühren, oder in Fig. 14. (oder Fig. 76. Mod. 3) die Oktaëderflächen ebenso weit vorherrschend werden, so entsteht die Fig. 75. (Mod. 4) dargestellte Combination, an welcher Würfel und Oktaëder im Gleichgewicht auftreten, oder welche der Mittelkrystall zwischen diesen einfachen Formen ist.

§. 37. Die einfachen Formen, welche über einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt construirt sind und eine Combination bilden, treten mit um so größeren Flächen oder um so vorherrschender in der Combination auf, um je näher ihre Flächen jenem Mittelpunkte liegen, oder um je kleiner die einfachen Formen selbst sind. Tritt z. B. ein Oktaëder mit einem Würfel in Combination, Fig. 13., so erscheinen die Ecken des Oktaëders um so unbedeutender abgestumpft, je größer der Würfel ist, dessen Flächen die Abstumpfung hervorbringen. Denken wir uns das Fig. 13. gezeichnete Oktaëder sich mit einem größeren Würfel combinirend, so würden die Flächen des letzteren noch näher an den Ecken des Oktaëders durch dasselbe hindurchgehen, also noch weniger von dem Raume des Oktaëders abschneiden, eine noch unbeträchtlichere Abstumpfung hervorbringen.

Diejenige einfache Form, welche der Combination den allgemeinen Habitus giebt oder deren Flächen vorherrschen, nennt man die Grundform, die untergeordnet auftretenden Formen abändernde Formen, ihre Flächen Abänderungsflächen. Man unterscheidet von den Kanten und den Ecken der Grundform, die also durch gleichnamige Flächen gebildet wer-

Digitized by Google

den, die Combinationskanten und die Combinationsecken, in welchen ungleichnamige Flächen zusammentreffen.

Beschreibung der Combinationen.

§. 38. Jede Combination wird bezeichnet durch die Namen oder die (später zu erläuternden) krystallographischen Formeln der sie bildenden einfachen Formen, und zwar wird immer der Namen oder die Formel der vorherrschenderen Form zuerst gesetzt, und die der anderen in der Reihe, wie sie untergeordneter auftreten. Man nennt eine Combination zwei-, drei-, vier- .... zählig, je nachdem zwei, drei, vier .... einfache Formen an ihr auftreten, d. h. je nachdem sie zweierlei, dreierlei u. s. f. Flächen hat. Beschrieben wird eine Combination, indem man angiebt, die Flächen welcher Form die vorherrschenden sind, welches also die Grundform ist, und wie die untergeordnet auftretenden Formen diese Grundform abändern. Als Grundform kann man eine einfache Form oder eine leicht zu übersehende Combination nehmen.

§. 39. Wenn eine Kante der Grundform durch eine Fläche ersetzt ist, deren Combinationskanten parallel sind, so sagt man, jene Kante sei abgestumpft. Die Abstumpfung heißt eine gerade, wenn die abstumpfende Fläche zu den Flächen der Grundform, die in der abgestumpften Kante zusammengetroffen wären, unter demselben Winkel geneigt ist; eine schiefe, wenn dies nicht der Fall ist. Fig. 82. (Mod. 8) zeigt einen Würfel mit gerade abgestumpften Kanten (jede Abstumpfungsfläche ist gegen die zwei anliegenden Würfelflächen unter demselben Winkel geneigt); Fig. 157. (Mod. 18) einen Würfel mit schief abgestumpften Kanten (jede Abstumpfungsfläche ist gegen die eine der anstoßenden Würfelflächen unter einem stumpferen Winkel geneigt, als gegen die andere).

Wenn ein Eck der Grundform durch eine Fläche ersetzt ist, so heißt es gleichfalls abgestumpft, und zwar gerade abgestumpft, wenn die Abstumpfungsfläche zu den im Eck zusammenstoßenden Flächen unter demselben Winkel geneigt ist; schief, wenn dies nicht der Fall ist. Fig. 74. (Mod. 5) zeigt ein Oktaëder mit gerade abgestumpften Ecken. Fig. 312. *a.* zeigt ein schiefes rhombisches

Digitized by Google

Prisma, wo das Eck oben rechts durch die Fläche $+ P\infty$ schief abgestumpft ist; es ist diese zu der Fläche $0P$ unter einem anderen Winkel geneigt, als zu der Fläche ∞P.

Wenn ein Eck schief abgestumpft ist, so untersucht man, ob vielleicht die Abstumpfungsfläche auf eine Kante oder eine Fläche gerade aufgesetzt ist. Man sagt, die Abstumpfungsfläche eines Ecks sei gerade aufgesetzt auf eine Kante, wenn sie zu den zwei diese Kante bildenden Flächen unter demselben Winkel geneigt ist; schief im entgegengesetzten Falle. In Fig. 312. *a.* ist die Abstumpfungsfläche $+ P\infty$ rechts oben gerade aufgesetzt auf die Prismakante rechts, schief aufgesetzt auf die Kante zwischen $0P$ oben und ∞P vorn rechts. — Die Abstumpfungsfläche eines Ecks heißt gerade aufgesetzt auf eine Fläche, wenn die ebenen Winkel auf dieser Fläche an der Combinationskante gleich sind; in der eben angeführten Form ist die Abstumpfungsfläche $+ P\infty$ rechts oben gerade aufgesetzt auf die Fläche $0P$ oben, aber schief aufgesetzt auf die Fläche ∞P rechts vorn.

§. 40. Eine Kante heißt zugeschärft, wenn an der Stelle dieser Kante sich zwei gleichnamige Abänderungsflächen befinden, deren Combinationskanten parallel sind. So zeigt Fig. 96. einen Würfel mit zugeschärften Kanten.

Der Ausdruck Zuschärfung wird auch in Beziehung auf die Abänderung von Ecken gebraucht, wenn nämlich an der Stelle eines vierflächigen Ecks einer Grundform sich zwei Flächen befinden; diese Zuschärfungsflächen können dann auf zwei gegenüberliegende Kanten (Fig. 160. stellt ein Regulär-Oktaëder mit solchen zugeschärften Ecken dar) oder auf zwei gegenüberliegende Flächen gerade aufgesetzt sein.

§. 41. Ein Eck heißt zugespitzt, wenn an seiner Stelle ein anderes stumpferes vorhanden ist; die Zuspitzungsflächen können in derselben, oder in der doppelten, oder in der halben Anzahl vorhanden sein, als die der Flächen ist, welche das zugespitzte Eck bilden. An dem Würfel bilden je drei Flächen ein Eck; mit dreiflächig zugespitzten Ecken ist er in Fig. 91., mit sechsflächig zugespitzten in Fig. 100. dargestellt. Eine nicht seltene Form des Kalkspaths ist Fig. 233. abgebildet, sie hat oben und unten sechsflächige Ecken, die eine dreiflächige Zuspitzung, wie in Fig. 236., erleiden können.

Digitized by Google

§. 42. Bei prismatischen Krystallen, d. h. solchen, welche vorzugsweise in einer Richtung ausgedehnt sind, braucht man die Ausdrücke Zuspitzung und Zuschärfung auch, um zu beschreiben, wie sie an den Enden ausgebildet sind. Fig. 205. (Mod. 28) stellt ein sechsseitiges Prisma dar, welches an jedem Ende durch sechs gleichschenklig dreieckige Flächen, die auf die Prismaflächen gerade aufgesetzt sind, zugespitzt ist; Fig. 192. (Mod. 24) ein quadratisches Prisma, welches durch rhombische Flächen, die auf die Prismakanten gerade aufgesetzt sind, zugespitzt ist; Fig. 277. ein rhombisches Prisma, welches durch dreieckige Flächen, die auf die schärferen Prismakanten gerade aufgesetzt sind, zugeschärft ist.

Geschlossene und ungeschlossene einfache Formen.

§. 43. Die einfachen Formen sind theils geschlossene, theils ungeschlossene Formen. Geschlossene Formen nennt man diejenigen, deren Flächen bei hinlänglicher Ausdehnung eine vollständige Begrenzung des Raumes hervorbringen; ungeschlossene diejenigen, bei welchen dies nicht der Fall ist. Das Regulär-Oktaëder, Fig. 73. (Mod. 1), ist eine geschlossene Form; die quadratischen Flächen in Fig. 75. (Mod. 4) gehören gleichfalls einer geschlossenen Form an, denn genugsam vergrößert bilden sie einen Würfel, eine Form, die den Raum vollständig begrenzt. Die zwölf dreieckigen Flächen an der gewöhnlichsten Form des Bergkrystalls, Fig. 205. (Mod. 28), gehören gleichfalls einer geschlossenen Form an, hingegen die sechs rectangulären an derselben nicht, denn noch so sehr vergrößert geben sie nur ein oben und unten unbegrenztes sechsseitiges Prisma. Ebenso bilden die zwei sechseckigen Flächen oben und unten in Fig. 212. eine ungeschlossene Form. An vollständig ausgebildeten Krystallen findet sich natürlich nie eine ungeschlossene Form allein, sondern entweder ungeschlossene mit geschlossenen (so Fig. 205. Mod. 28), oder mehrere ungeschlossene unter sich (so Fig. 63. Mod. 49 oder 52) combinirt.

Axen.

§. 44. An allen Krystallen (mit wenigen Ausnahmen, die wir unten als Fälle von Hemiëdrie werden kennen lernen) fin-

Digitized by Google

det sich für jede Fläche, Kante oder Eck an der einen Seite oder dem einen Ende des Krystalls eine ganz gleiche an der entgegengesetzten Seite oder Ende. Wenn man solche entsprechende Stellen an einem Krystall sich durch Linien verbunden denkt, so durchkreuzen sich alle diese Linien in einem Punkte, welcher der Mittelpunkt des Krystalls genannt wird. Linien, die durch diesen Mittelpunkt gehen und in Beziehung auf welche die Flächen des Krystalls symmetrisch geordnet liegen, werden Aren genannt; Aren sind also überhaupt Richtungen, nach welchen der Krystall symmetrisch ausgebildet ist.

Je nachdem eine Are die Mittelpunkte zweier gegenüberliegender Flächen oder zweier gegenüberliegender gleichflächiger Kanten oder zwei gegenüberliegende gleichflächige Ecken verbindet, nennt man sie Flächen-, Kanten- oder Eckenare. Meistens endigt jede Are nach beiden Seiten hin an gleichen Stellen des Krystalls; nur in den eben angedeuteten selteneren Fällen findet dies nicht statt, und kann z. B. eine Are mit dem einen Ende in einer Fläche, mit dem anderen in einem Eck ausmünden, wie z. B. bei dem Tetraëder (einer gleichseitig dreieckigen Pyramide) Fig. 134. (Mod. 13).

§. 45. Gleichartige Aren münden an gleichen Stellen eines Krystalls; ungleichartige an ungleichen. Jede einfache Form hat nur gleichnamige Flächen, also sind die Flächenaren jeder einfachen Form gleichartig. Auch die Kanten- und Eckenaren einzelner einfacher Formen sind gleichartig, z. B. die des Regulär-Oktaëders, Fig. 73. (Mod. 1), und die des Würfels, Fig. 77. (Mod. 2). Aber da eine einfache Form verschiedene Kanten und Ecken haben kann (vergl. §. 34.), so kann sie auch ungleichartige Kanten- und Eckenaren haben. So hat die doppelte quadratische Pyramide (Fig. 361. Mod. 20) zweierlei Arten von Kanten (vier unter sich gleiche an der Basis, und acht andere, aber unter sich gleiche, welche die Basis mit den Spitzen verbinden) und somit auch zweierlei Kantenaren, zwei unter sich gleichartige, und vier von diesen verschiedene aber unter sich wiederum gleichartige; dieselbe Krystallform hat zweierlei Ecken, vier unter sich gleiche an der Basis und zwei unter sich gleiche an den Spitzen, und also auch zweierlei Eckenaren, zwei unter sich gleichartige und eine davon verschiedene.

Digitized by Google

Vielarige und einarige Formen.

§. 46. Es giebt einfache Kryſtallformen, in welchen man keine einzige Are legen kann, für welche ſich nicht noch andere ganz gleichartige Aren legen ließen. So hat das Regulär-Oktaëder, Fig. 73. (Mod. 1), vier gleichartige Flächenaren, drei gleichartige Eckenaren, ſechs gleichartige Kantenaren. Man nennt ſolche Formen *vielarige Formen*, oder ſagt, daß ſie keine *einzelne* Are haben, d. h. keine einzige in ihrer Art, keine ſolche, für die man nicht noch eine oder mehrere gleichartige legen könnte. Die Formen im Gegentheil, wo dies nicht der Fall iſt, nennt man *einarige Formen*, und zwar unterſcheidet man einarige Formen mit *abſoluter Hauptare* als ſolche, wo nur Eine einzelne Are vorhanden iſt, von denen mit *relativer Hauptare*, welche mehrere einzelne Aren haben. Die doppelte quadratiſche Pyramide, Fig. 361. (Mod. 20), hat nur Eine einzelne Are, welche die Spitzen der Pyramiden verbindet, und iſt alſo eine einarige Form mit abſoluter Hauptare; die doppelte Pyramide mit rhombiſcher Baſis, Fig. 250. (Mod. 36), hingegen hat drei verſchiedene einzelne Aren, die drei Eckenaren (die ſechs Ecken dieſes Körpers ſind nämlich dreierlei Art, nur je zwei gegenüberſtehende ſind ſich gleich), und iſt alſo eine einarige Form mit relativer Hauptare.

§. 47. Bei der Betrachtung und Beſchreibung der Kryſtallformen ſtellt man dieſe immer ſo, daß eine Are im Allgemeinen in der Richtung von oben nach unten ſteht, und nennt dieſe die *Hauptare*, andere Aren aber *Nebenaren*. Bei vielarigen Formen kann man eine oder die andere der gleichartigen Aren als Hauptare nehmen, ohne daß dies in der Betrachtung einen Unterſchied macht (man kann z. B. bei dem Regulär-Oktaëder, Fig. 73. Mod. 1, ein Eck oben hin und ein anderes nach vorn oder ein anderes Eck oben hin und ein anderes nach vorn ſtellen, ohne daß der Kryſtall anders erſcheint). Bei den einarigen Formen mit abſoluter Hauptare nimmt man immer die eine einzelne Are in ihnen zur Hauptare. Bei den einarigen Formen mit relativer Hauptare nimmt man eine der einzelnen; welche zur Hauptare genommen wird, richtet ſich nach Betrach-

Digitized by Google

tungen, die uns später beschäftigen werden; man nimmt z. B. gern die, in deren Richtung der Krystall vorzugsweise in die Länge ausgebildet ist.

Bei den vielarigen Formen sind die Nebenaren von den Hauptaren nicht verschieden, also auch nicht die Ecken und Kanten an den Nebenaren von denen an der Hauptare. Bei den einarigen Formen findet hingegen eine solche Verschiedenheit statt, und man unterscheidet hier Endecken und Endkanten als solche, die in oder an der Hauptare liegen, von den übrigen als Seitenecken und Seitenkanten.

Bezeichnung der einfachen Formen.

§. 48. Man bedient sich der Aren, um die Lage der Flächen an einer einfachen Form anzugeben und um diese einfache Form selbst zu bezeichnen; man giebt zu dem Ende an, in welcher Richtung jede Fläche der einfachen Form gegen Aren liegt, die man in bestimmter Lage annimmt. Nehmen wir z. B. drei auf einander rechtwinklig stehende Aren an, so muß jede Fläche eines Krystalls, dessen Mittelpunkt mit dem Durchkreuzungspunkte dieser Aren zusammenfällt, gehörig vergrößert wenigstens eine der Aren schneiden, und die Lage dieser Fläche im Raume ist also bestimmt durch die Angabe, in welchen Entfernungen vom Mittelpunkte diese Fläche gehörig vergrößert die drei Aren schneiden würde. Man erhält so einen Ausdruck für die Lage einer Fläche; da aber alle Flächen einer einfachen Form gleich sind, dieselbe Lage gegen die Aren haben, so läßt sich dieser Ausdruck auch auf die ganze einfache Form beziehen.

§. 49. Denken wir uns z. B. drei auf einander rechtwinklige Aren, und Flächen in der Art um den Mittelpunkt derselben gelegt, daß eine jede Fläche die drei Aren gleichweit vom Mittelpunkte schneidet, so ergiebt dies ein Regulär-Oktaëder, Fig. 73. (Mod. 1). Nennen wir den Abstand, in welchem eine Are von einer Fläche geschnitten wird, a, so schneidet diese Fläche die drei Aren in dem Verhältniß $a : a : a$, d. h. alle gleichweit vom Mittelpunkte. Dieser Ausdruck $a : a : a$ gilt nun für jede Fläche, und wird auch als Zeichen für das Gesammtresultat aller Flächen, für das Regulär-Oktaëder selbst, gebraucht.

Digitized by Google

Liegt eine andere Fläche in der Richtung gegen die drei Axen, daß sie gehörig vergrößert zwei Axen in gleichem Abstande vom Mittelpunkte und die dritte in einem noch einmal so großen Abstande schneiden würde, so bezeichnet man dies durch die Formel $a : a : 2a$, und braucht auch diese Formel für die einfache Form, deren Flächen alle gegen die drei Axen eine solche Lage haben.

Wenn eine Fläche mit einer Axe parallel geht, so schneidet diese Fläche die Axe in keiner endlichen Entfernung; man drückt dies so aus, daß man schreibt, sie schneidet sie erst unendlich weit von dem Mittelpunkte entfernt, in der Distanz ∞a. So ist die Lage jeder Würfelfläche in Beziehung auf drei sich rechtwinklig kreuzende Axen durch die Formel $a : \infty a : \infty a$ gegeben; d. h. jede Würfelfläche schneidet eine dieser Axen in irgend einem Abstande a von dem Mittelpunkte, und die zwei anderen Axen erst in einem ∞ (unendlich) mal so großen Abstande, das soll heißen, sie geht mit diesen zwei anderen Axen parallel. Diese Formel $a : \infty a : \infty a$ wird nun auch wieder nicht bloß für jede Würfelfläche, sondern auch als Zeichen für den Würfel selbst gebraucht. Man kann diese Formeln noch mehr abkürzen, was später ausführlicher besprochen werden wird.

Zonen.

§. 50. Von allen Flächen, welche an einem Krystall mit einer und derselben Axe parallel gehen, sagt man, daß sie zusammen eine Zone bilden oder in einer Zone liegen, und die Axe, mit welcher sie sämmtlich parallel gehen, nennt man die Zonenaxe. So bilden je vier Flächen des Würfels, Fig. 77. (Mod. 2), eine Zone in Beziehung auf eine Flächenaxe als Zonenaxe; so je vier Flächen des Regulär-Oktaëders, Fig. 73. (Mod. 1), eine Zone in Beziehung auf eine Kantenaxe als Zonenaxe. Flächen, welche zusammen eine Zone bilden, schneiden sich in Kanten, die unter sich und mit der Zonenaxe parallel sind; einzelne Flächen einer Zone können übrigens auch von einander durch Flächen, die nicht zu der Zone gehören, getrennt sein.

Digitized by Google

Holoëdrische und hemiëdrische Formen.

§. 51. Eine einfache Form, welche durch so viel Flächen begrenzt ist, als man nur immer nach gewissen Richtungen hin um den Mittelpunkt eines Arensystems herumlegen kann, nennt man eine holoëdrische (vollzählig ausgebildete) Form. So kann man um drei sich rechtwinklig kreuzende Aren höchstens acht Flächen legen, deren jede alle drei Aren gleichweit vom Mittelpunkte schneidet; die so entstehende Form, das Regulär-Oktaëder (Fig. 73. Mod. 1), ist eine holoëdrische. Man kann aber auch nur vier solcher Flächen legen, und erhält doch bei genügender Ausdehnung derselben eine vollständige Raumbegrenzung, das Fig. 134. (Mod. 13) dargestellte Tetraëder (einen von vier gleichseitigen Dreiecken begrenzten Körper). Eine solche Form, an der nur halb so viel Flächen sich zeigen, als man nach der Lage jeder Fläche gegen die Aren um den Mittelpunkt des Arensystems herumlegen könnte, nennt man eine hemiëdrische (halbzählig ausgebildete) Form, und unterscheidet in ähnlicher Weise auch noch tetartoëdrische (viertelzählig ausgebildete) Formen. Ein klarer Begriff über das Wesen der Hemiëdrie läßt sich erst bei der ausführlicheren Betrachtung dahingehöriger Formen und ihrer Entstehung erlangen, und es mag deshalb die weitere Untersuchung derselben bis dahin (§. 100 ff.) verschoben bleiben.

Einfache Krystalle; Zwillingskrystalle.

§. 52. Ein holoëdrischer Krystall, dessen Flächen sämmtlich in Beziehung auf ein bestimmtes Arensystem symmetrisch geordnet sind, heißt ein *einfacher Krystall* (dieser Ausdruck ist nicht zu verwechseln mit dem »einfache Form«; vergl. §. 32.). Manchmal aber finden sich auch Krystalle, an welchen entgegengesetzte Seiten in Beziehung auf verschieden stehende Arensysteme symmetrisch ausgebildet sind; sie sind als zwei in verdrehter Stellung zusammengewachsene einfache Krystalle zu betrachten, und werden *Zwillingskrystalle* genannt, wenn diese Verwachsung mit einer gewissen Regelmäßigkeit, nach bestimmtem Gesetz, erfolgt ist. Auch die ausführlichere Betrachtung der

Digitized by Google

Zwillingskrystalle knüpft sich besser an die specielle Untersuchung einzelner dahin gehöriger Fälle (vergl. §. 92 ff.), ebenso wie die Betrachtung, daß hemiëdrische Formen Zwillingskrystalle bilden können, wo alle vorhandenen Flächen doch in Beziehung auf ein und dasselbe Axensystem symmetrisch liegen (vergl. §. 121.).

Krystallsysteme.

§. 53. Die Zahl der in der Natur vorkommenden Krystallformen ist sehr groß und eine Eintheilung derselben nothwendig. Man stützt sich dabei auf die Art der Ausbildung der Krystallformen im Allgemeinen.

Man unterscheidet z. B. Formen, die nach drei auf einander rechtwinklig stehenden Richtungen ganz gleichartig ausgebildet sind (wie den Würfel, Fig. 77. Mod. 2), von solchen, die nach zwei auf einander rechtwinklig stehenden Richtungen gleich, nach einer auf den beiden vorhergehenden rechtwinklig stehenden Richtung aber ungleich ausgebildet sind (wie z. B. die quadratische Säule mit zugespitzten Enden, Fig. 175. Mod. 23), oder Formen, die nach drei zu einander rechtwinkligen Richtungen ausgebildet sind (Fig. 253. Mod. 38), von solchen, die nach Richtungen ausgebildet sind, welche einen oder mehrere schiefe Winkel unter sich machen (wie Fig. 296. Mod. 46).

Die Untersuchung, wie die verschiedenen Formen nach bestimmten Richtungen hin ausgebildet sind, giebt also einen Anhaltspunkt ab zur Eintheilung derselben; diese Untersuchung wird noch wichtiger dadurch, daß nur solche einfache Formen mit einander in Combination treten können, welche nach denselben Richtungen in entsprechender Weise ausgebildet sind. Man beobachtet nämlich in der Natur stets, daß gleiche Stellen einer einfachen Form durch die Flächen einer anderen in gleicher Weise abgeändert werden (mit seltenen und doch auch große Regelmäßigkeit zulassenden Ausnahmen, die wir unten bei den hemiëdrischen Formen kennen lernen), und dies kann nur der Fall sein, wenn die Grundform und die abändernde Form nach gleichen Symmetriegesetzen gestaltet sind. Der Würfel, Fig. 77. (Mod. 2), kann sich z. B. mit dem Regulär-Oktaëder, Fig. 73. (Mod. 1), combiniren, denn beide Körper sind insofern nach demselben Sym-

Digitized by Google

metriegesetz ausgebildet, als man jeden derselben so stellen kann, daß er oben und unten, rechts und links, vorn und hinten in gleicher Weise ausgebildet ist; es können deshalb gleiche Stellen der einen Form gleiche Stellen an der anderen auf dieselbe Art verändern; jede Würfelfläche findet ein Oktaëdereck vor, welches sie abstumpft, jede Oktaëderfläche ein Würfeleck (vergl. Fig. 13. und 14.). Aber die doppelte quadratische Pyramide, Fig. 361. (Mod. 20), kann sich nicht mit der doppelten sechsseitigen Pyramide, Fig. 376. (Mod. 27), combiniren, denn man kann beiden Formen unmöglich eine solche Stellung zu einander geben, daß gleiche Stellen der einen Form an gleichen Stellen der anderen in gleicher Weise abändernd auftreten.

Die einfachen Formen lassen sich also in verschiedene Gruppen eintheilen, je nachdem sie nach bestimmten Richtungen hin unter Befolgung derselben Symmetriegesetze ausgebildet sind, und diese Eintheilung ordnet zugleich die möglichen Combinationen, da nur einfache Formen aus derselben Gruppe in Combination treten können. Man nennt jede solche Gruppe ein Krystallsystem, und versteht also darunter den Inbegriff aller einfachen Formen, die nach demselben Symmetriegesetze gestaltet und unter sich combinationsfähig sind, und aller Combinationen, die so entstehen können. Da man die Richtungen, nach welchen hin ein Krystall symmetrisch ausgebildet ist, als Axen bezeichnet (§. 44.), so läßt sich auch ein Krystallsystem als der Inbegriff aller solcher Formen bezeichnen, welche gleiche Axen oder gleiches Axensystem haben; die Gleichheit des Axensystems wird hier bemessen nach der Zahl, nach der Neigung zu einander (ob rechtwinklig oder schief im Allgemeinen) und nach der Größe (ob gleich groß oder nicht) oder nach der Gleichartigkeit (ob alle oder mehrere Axen gleichartig sind, oder nicht) der Axen.

§. 54. Die vorkommenden Krystallgestalten ordnen sich in folgende Krystallsysteme:

Zuvörderst sind viele Krystallformen nach drei Richtungen hin symmetrisch ausgebildet, die auf einander rechtwinklig stehen. Alle diese Krystalle bezeichnet man als orthometrische im Allgemeinen.

Von diesen sind einige nach allen drei Richtungen gleich ausgebildet, und diese machen zusammen das reguläre Kry-

Digitized by Google

ſtallſyſtem aus, deſſen Namen anzeigt, daß die hierher gehörigen Formen den möglichſt hohen Grad von Symmetrie beſitzen; jede Form aus dieſem Syſteme hat drei Aren, die auf einander rechtwinklig ſtehen und gleichartig ſind; jede Form dieſes Syſtems kann man ſo ſtellen, daß ſie oben und unten ausgebildet iſt wie links und rechts und wie vorn und hinten, und daß dieſe drei Richtungen unter ſich rechtwinklig ſind. Beiſpiele dafür ſind der Würfel Fig. 77. (Mod. 2), das Regulär-Oktaëder, Fig. 73. (Mod. 1), u. a.

Andere ſind nach zwei Richtungen gleich ausgebildet, nach der dritten anders; ſie gehören in das quadratiſche Syſtem, welches ausgezeichnet iſt durch drei auf einander rechtwinklig ſtehende Aren, wovon zwei gleichartig, die dritte (eine einzelne Are; §. 46.) davon verſchieden iſt. Alle Geſtalten dieſes Syſtems kann man ſo ſtellen, daß ſie nach links und rechts ausgebildet ſind wie nach vorn und hinten, aber anders nach oben und unten, und daß dieſe drei Richtungen rechtwinklig auf einander ſtehen. Fig. 361. (Mod. 20; die doppelte quadratiſche Pyramide), Fig. 175. (Mod. 23; eine quadratiſche Säule mit zugeſpitzten Enden) geben Beiſpiele ab; der Name dieſes Syſtems iſt darauf bezüglich, daß alle Durchſchnitte rechtwinklig auf die einzelne Are einer hierher gehörigen Geſtalt Quadrate oder davon abzuleitende Figuren geben.

Noch andere ſind nach allen drei Richtungen ungleich ausgebildet; ſie ſind die Geſtalten des rhombiſchen Syſtems, welches charakteriſirt iſt durch drei auf einander rechtwinklige aber ungleichartige Aren. Alle Kryſtalle dieſes Syſtems erlauben eine Stellung, in welcher ſie nach oben und unten anders ausgebildet als nach links und rechts, und wiederum anders nach vorn und hinten, und wo dieſe drei Richtungen rechtwinklig auf einander ſtehen. Ein Beiſpiel dafür iſt Fig. 276. (Mod. 39), deſſen drei rechtwinklige Aren in der gezeichneten Stellung nach oben in ein Eck, nach links in eine Fläche, nach vorn in eine Kante ausmünden. Der Name ſoll daran erinnern, daß alle Durchſchnitte rechtwinklig auf eine Are einer hierher gehörigen Form einen Rhombus oder eine davon abzuleitende Figur geben.

§. 55. Andere Kryſtalle ſind nach drei Richtungen ausgebil-

Digitized by Google

det, welche unter einander einen oder mehrere schiefe Winkel machen; man bezeichnet sie als klinometrische Formen im Allgemeinen.

Einzelne davon sind nach drei Richtungen ungleich ausgebildet, von denen zwei unter sich einen rechten Winkel machen, die dritte mit der einen der vorhergehenden einen rechten, mit der anderen einen schiefen Winkel; sie gehören in das monoklinometrische System, ausgezeichnet also durch drei ungleichartige Axen, von denen zwei unter sich schiefwinklig und beide rechtwinklig gegen die dritte geneigt sind. Die Formen dieses Systems lassen sich so stellen, daß sie nach links und rechts anders ausgebildet sind, als nach oben und unten, und wiederum anders nach vorn und hinten, und daß die Richtung von vorn nach hinten rechtwinklig ist gegen die von links nach rechts und gegen die von oben nach unten, die von oben nach unten aber schief steht gegen die von links nach rechts. Ein Beispiel giebt Fig. 296. (Mod. 46).

Selten finden sich Formen, ungleich ausgebildet nach drei Axen, von denen zwei unter sich einen rechten Winkel machen, die dritte aber mit den beiden vorhergehenden zwei schiefe Winkel; diese Formen gehören in das diklinometrische System, welchem eigenthümlich sind drei ungleichartige Axen, von denen zwei unter sich rechtwinklig und beide schiefwinklig gegen die dritte geneigt sind (vergl. die Note zu §. 367.).

Häufiger erscheinen Formen, die ungleich ausgebildet sind nach drei Richtungen, welche unter einander nur schiefe Winkel machen; sie sind Gestalten aus dem triklinometrischen System, welches also drei ungleichartige Axen hat, die unter drei schiefen Winkeln zu einander geneigt sind. Fig. 65. (Mod. 55) giebt dafür ein Beispiel.

§. 56. Die Formen der vorhergehenden Systeme ließen sich alle betrachten als nach drei Richtungen ausgebildet; in der Natur finden sich aber auch Formen, wo die Flächen nicht wohl auf drei Richtungen bezogen werden können, sondern nach vier Richtungen hin symmetrisch vertheilt sind.

Diese Gestalten sind gleichartig ausgebildet nach drei Richtungen, die in Einer Ebene liegen und sich unter Winkeln von 60° kreuzen, und anders ausgebildet nach einer vierten Rich-

Digitized by Google

tung, welche auf den drei vorhergehenden rechtwinklig steht; sie gehören in das hexagonale System, ausgezeichnet also durch vier Aren, von denen drei gleichartig sind und sich unter Winkeln von 60°, die vierte ungleichartige aber (eine einzelne Are) unter einem rechten Winkel schneiden *). Beispiele geben Fig. 376. (Mod. 27) und Fig. 205. (Mod. 28). Der Name deutet an, daß jeder Schnitt senkrecht auf die einzelne Are ein regelmäßiges Sechseck oder eine davon abzuleitende Gestalt giebt.

§. 57. Das hexagonale System hat große Analogie mit dem quadratischen; die Gestalten aus beiden zeichnen sich durch Eine einzelne Are aus; stellt man sie so, daß die einzelne Are senkrecht steht, so sind die quadratischen wie die hexagonalen Formen an der Seite anders ausgebildet als oben und unten, und zwar die quadratischen Formen an der Seite gleichartig nach zwei, die hexagonalen aber gleichartig nach drei horizontalen Richtungen hin. Das hexagonale System wird deshalb zweckmäßig gleich nach dem quadratischen abgehandelt, und wir haben also in folgender Ordnung die Krystallsysteme durchzugehen (deren verschiedene Bezeichnungen in einigen anderen Schriften hier beigefügt werden mögen):

I. Das reguläre (tessulare, tessularische, isometrische) System.
II. Das quadratische (tetragonale, pyramidale, monodimetrische, zwei- und einarige, viergliedrige) System.
III. Das hexagonale (rhomboëdrische, monotrimetrische, drei- und einarige, sechsgliedrige oder drei- und dreigliedrige, vergl. §. 227.) System.
IV. Das rhombische (orthotype, holoëdrisch-rhombisch-trimetrische, zwei- und zweigliedrige, ein- und einarige, isoklinische) System.

*) Der Anfänger wird sehr wohl thun, sich diese verschiedenen Arensysteme auszuführen (durch Stäbe oder Drähte, die man in der gehörigen Richtung in ein Stück Holz oder Kork einsteckt), und bei dem Studium eines jeden Krystallsystems möge er das zugehörige Arenkreuz stets vor sich haben. — Ungleichartige Aren zeichnen sich zunächst dadurch aus, daß sie an ungleichen Stellen eines Krystalls ausmünden oder daß der Krystall an ihren Enden ungleich ausgebildet ist; man deutet dies an einem Arenkreuze passend dadurch an, daß man den gleichartigen Aren eine gleiche, den ungleichartigen eine verschiedene Farbe giebt, außerdem den ersteren gleiche, den letzteren verschiedene Längen, da ungleichartige Aren auch verschieden groß sind.

Digitized by Google

V. Das monoklinometrische (monoklinoëdrische, monoklinische, hemiorthotype, hemiëdrisch-rhombisch-trimetrische, zwei- und eingliedrige, klinorhombische, augitische) System.

VI. Das diklinometrische (diklinoëdrische, diklinische, hemianorthotype) System (vergl. die Note zu §. 367.).

VII. Das triklinometrische (triklinoëdrische, triklinische, anorthotype, tetartoëdrisch-rhombisch-trimetrische, ein- und eingliedrige, klinorhomboidische) System.

Das erste System enthält die vielaxigen Formen, das zweite und dritte die einaxigen Formen mit absoluter Hauptaxe, die anderen die einaxigen Formen mit relativer Hauptaxe.

Digitized by Google

Reguläres System.

Holoëdrische Formen.

§. 58. Die zu diesem Systeme gehörenden Formen sind gleich ausgebildet nach drei zu einander rechtwinkligen Richtungen, oben und unten, links und rechts, vorn und hinten; wir geben den drei Aren die auf diese Art bestimmte Lage, zeichnen sie, wie §. 17. angegeben (Fig. 11.), und bezeichnen sie durch *ou*, *lr*, *vh*. Der Raum um den Mittelpunkt des Arenkreuzes zerfällt in 8 Abtheilungen, die man Oktanten nennt; einer derselben schließt den Raum zwischen dem Mittelpunkte und *o*, *v*, *r* (oben, vorn und rechts) ein, ein anderer den Raum zwischen dem Mittelpunkte und *o*, *v*, *l* u. s. w. Welche Flächen zur Construction der holoëdrischen einfachen Formen an das Ende einer Are oder in einen Oktanten gelegt werden, eben solche Flächen müssen auch, wenn man die Form vollständig ausgebildet haben will, an das Ende einer jeden anderen Are und in jeden anderen Oktanten gelegt werden, da ja in diesem System die drei Aren gleichartig sind. Wir bezeichnen sie alle drei mit demselben Buchstaben, *a*.

§. 59. Jede Fläche, welche überhaupt gelegt werden oder vorkommen kann, muß nothwendig eine der folgenden Lagen gegen die Aren haben.

A. Entweder sie schneidet (es wird bei diesem Worte immer vorausgesetzt: bei gehöriger Vergrößerung) alle drei Aren in gleichem Abstande von dem Mittelpunkte; die Formel für eine solche Fläche ist (§. 49.) $a : a : a$ (I).

Digitized by Google

B. Oder nur zwei Aren gleich weit, und die dritte in einem anderen Abstande. Es sind hier folgende Fälle möglich:

a. Sie schneidet zwei Aren unendlich weit vom Mittelpunkte (d. h. sie geht mit ihnen parallel), und die dritte Are in einem meßbaren Abstande vom Mittelpunkte. Die Formel für eine solche Fläche ist $a : \infty\, a : \infty\, a$ (II).

b. Oder zwei Aren in gleichem und meßbarem Abstande vom Mittelpunkte, und die dritte Are unendlich weit davon: $a : a : \infty\, a$ (III).

c. Oder zwei Aren in gleichem und meßbarem Abstande von dem Mittelpunkte, und die dritte Are auch in meßbarem, aber in kleinerem Abstande: $a : ma : ma$ (IV); wo (wie auch in dem Folgenden) m eine Zahl bedeutet, die größer als 1 ist.

d. Oder zwei Aren in gleichem und meßbarem Abstande von dem Mittelpunkte, und die dritte Are auch in meßbarem, aber größerem Abstande: $a : a : ma$ (V).

C. Oder alle drei Aren ungleich weit von dem Mittelpunkte; sie kann dann schneiden:

a. Zwei Aren in verschiedenem, aber meßbarem Abstande von dem Mittelpunkte, und die dritte Are unendlich weit davon: $a : ma : \infty\, a$ (VI).

b. Alle drei Aren in verschiedenem, aber meßbarem Abstande vom Mittelpunkte: $a : na : ma$ (VII); wo n eine von m verschiedene, aber gleichfalls größere Zahl als 1 bedeutet.

Diese Formeln bestimmen zunächst die Lage einer Fläche gegen die drei Aren, sie dienen aber auch zur Bezeichnung der einfachen Formen (§. 48. und 49.). Da jede irgend denkbare Fläche gegen die drei Aren nothwendig in einer der angeführten Richtungen liegen muß, so muß sie auch einer der durch obige Formeln bezeichneten einfachen Formen angehören, d. h. außer diesen sieben einfachen Formen ist in dem regulären Krystallsystem keine andere holoëdrische möglich.

Wir wollen nun zu der Betrachtung übergehen, wie die einfachen Formen gestaltet sind, deren Flächen nach den in dem

Digitized by Google

Vorstehenden besprochenen Richtungen zu den drei Axen liegen, und welche Combinationen sie unter sich bilden.

§. 60. Wie die Krystallgestalt aussieht, für welche die Formel $a : a : a$ gilt, d. h. deren Flächen die drei Axen gleichweit vom Mittelpunkte schneiden, ergiebt sich leicht. Man kann in jeden Oktanten (§. 58.) Eine solche Fläche legen, also im Ganzen acht; diese Flächen kommen zum Durchschnitt in Kanten, welche von einer Axe zu der anderen hingehen. Um die so entstehende Figur zu zeichnen, sticht man auf einem Axenkreuze (vergl. §. 17. Fig. 11.) Punkte ab, welche alle in Wirklichkeit gleichweit von dem Mittelpunkte abstehen, und verbindet diese Punkte durch Linien. So erhält man gezeichnet das

Regulär-Oktaëder (Fig. 73. Mod. 1)

oder Oktaëder (Achtflächner) geradezu, wenn nur von Formen des regulären Systems die Rede ist. Das Oktaëder ist begrenzt durch 8 gleichseitige Dreiecke; es hat 12 gleiche Kanten und 6 gleiche vierflächige Ecken. Jede der drei Axen verbindet zwei gegenüberstehende Ecken; alle Ecken an Formen des regulären Systems, durch welche die Axen hindurchgehen, nennt man, hieran erinnernd, oktaëdrische Ecken; wo sich also oktaëdrische Ecken vorfinden, müssen sechs derselben vorhanden sein.

Zwei in einer Kante zusammenstoßende Flächen sind unter einem Winkel von 109°28′ zu einander geneigt, zwei in einem Eck zusammenstoßende gegenüberliegende unter einem Winkel von 70°32′; zwei in einem Eck zusammenstoßende gegenüberliegende Kanten unter einem Winkel von 90°.

Das krystallographische Zeichen des Oktaëders $a : a : a$ schreibt man abgekürzt O. Bei der Betrachtung ist es also so zu stellen, daß ein Eck vorn gegen den Beobachter zu, ein Eck oben u. s. f. erscheint (Verwechselungen des Regulär-Oktaëders mit anderen Krystallformen werden §. 103. 138. 213. 249. 268. 319. besprochen).

Oktaëderform zeigen gewöhnlicher Alaun oder Chromalaun, Salmiak aus reiner wässeriger, Chlornatrium aus harnstoffhaltiger Lösung krystallisirt, Kaliumplatinchlorid, Kupferoxydul (Rothkupfererz), Eisenoxydoxydul (Magneteisenstein) u. a.

Digitized by Google

§. 61. Die einfache Form, für welche das Zeichen $a:\infty a:\infty a$ gilt, d. h. an welcher jede Fläche eine Are in einem bestimmten Abstande vom Mittelpunkte schneidet und mit den zwei anderen Aren parallel geht, muß sechs Flächen haben, denn an jedem der sechs Aren-Endpunkte läßt sich eine Fläche von der angegebenen Lage legen. Das sonstige Aussehen dieser einfachen Form lernt man durch folgende Betrachtung kennen.

Man construirt (Fig. 15.) ein Arenkreuz, und markirt an demselben Punkte, die in Wirklichkeit gleichweit von dem Mittelpunkte abstehen: v, h, l, r, o, u. Durch den Punkt o ist nun eine Fläche zu legen, die parallel mit den Aren lr und vh ist; man deutet dieses an durch zwei durch o gehende Linien, deren eine ab parallel mit lr, die andere df parallel mit vh ist. Ebenso hat man durch v eine Fläche zu legen parallel ou und lr, und deutet diese an durch zwei Linien: gi parallel mit ou, und km parallel mit lr. So haben wir die Lage zweier Flächen angedeutet, die wir als die oben und die vorn unterscheiden können; beide schneiden sich, und zwar in dem Punkte n, wo die Linie fd der Fläche oben sich mit der Linie ig der Fläche vorn kreuzt; diese zwei Linien liegen nämlich in einer Ebene (der der Aren ou und vh) und müssen sich schneiden. Die Kante, welche durch das Schneiden der Fläche oben und der Fläche vorn gebildet wird, muß aber parallel der Are lr sein, da ja beide Flächen dieser Are parallel sind. Man erhält also die Lage dieser Kante, indem man durch den Punkt n eine Linie zieht parallel mit lr, und hat jetzt die Begrenzung der Fläche oben nach vorn zu, und die der Fläche vorn nach oben zu gefunden.

Die Fläche vorn erstreckt sich nach rechts hin bis da, wo sie von der Fläche rechts getroffen wird, d. h. von derjenigen, die durch r parallel mit ou und vh zu legen ist; sie erstreckt sich also bis da, wo die Linie km von einer Linie pq getroffen wird, die durch r parallel mit vh gelegt ist; durch den Schneidungspunkt dieser beiden Linien geht also eine Kante des zu construirenden Körpers, und zwar parallel mit der Are, welcher die Flächen vorn und rechts parallel sind, d. i. der Are ou. — Die Fläche rechts wird nach oben hin begrenzt durch die Fläche oben; beide gehen parallel mit der Are vh und bilden parallel dieser

Digitized by Google

Are eine Kante, welche durch den Punkt geht, wo sich die Linien *ab* und *st* schneiden.

Die drei bis jetzt construirten Kanten bilden ein dreiflächiges Eck; untersucht man auf die angegebene Weise rings um das Arenkreuz herum (und der Anfänger wird wohl thun, dies auszuführen, mit steter Betrachtung an einem wirklichen Arenkreuze), so findet man als Endresultat eine Form wie Fig. 77., oder: daß Flächen, deren jede eine Are schneidet und mit den zwei anderen parallel geht, einen Würfel begrenzen.

Man sieht leicht ein, daß man einen Würfel über einen gegebenen Mittelpunkt zeichnen kann, ohne alle Kanten desselben in der angegebenen Weise zu construiren; die vordere Fläche eines Würfels liegt in der Richtung von oben nach unten und von links nach rechts, erscheint mithin auch in unserer perspectivischen Zeichnung als ein Quadrat (§. 16.); die Kanten, die von vorn nach hinten gehen, erscheinen $\frac{1}{3}$ so groß als die von links nach rechts, und unter dem Uebereinkunftswinkel (§. 10.) gegen diese geneigt; das Eck des Würfels, welches oben vorn links ist, liegt endlich von der Hülfslinie *gi* eben so weit nach links entfernt, als das (in der Fig. 15. allein fertig gezeichnete) Eck oben vorn rechts nach rechts. So braucht man also nur die Lage Eines Ecks in der perspectivischen Zeichnung genau zu bestimmen, und kann von diesem aus die ganze Figur zeichnen.

§. 62. Der Würfel oder das Heraëder (Sechsflächner) (Fig. 77. Mod. 2) hat sechs quadratische Flächen, zwölf gleiche Kanten und acht gleiche dreiflächige Ecken. Die Aren verbinden die Mittelpunkte je zweier paralleler Flächen; man hat also den Würfel bei der krystallographischen Betrachtung so zu stellen, daß eine Fläche vorn gegen den Beobachter zu, eine oben u. s. f. liegt. Die Flächen machen in den Kanten Winkel von 90°.

Von den acht Ecken des Würfels liegt jedes in einem Oktanten des Arenkreuzes, gleichweit von drei Aren abstehend. Man nennt hieran erinnernd alle an einer regulären einfachen Krystallform vorkommenden Ecken, die eine solche Lage haben, heraëdrische Ecken; an jeder holoëdrischen Form, die dergleichen hat, sind acht derselben vorhanden.

Die weitläufigere krystallographische Formel für den Würfel ist $a:\infty a:\infty a$. Man kürzt solche Formeln ab, indem man sie mit der

Digitized by Google

Formel für das Oktaëder vergleicht, und dem abgekürzten Zeichen für dieses hinzufügt, welche Verhältnißzahlen in den Formeln der anderen Körper anders sind, als in der des Oktaëders. So hat man

Oktaëder, weitläufiger: $a : a : a$; abgekürzt: O.

Würfel, weitläufiger: $\infty a : a : \infty a$; abgekürzt: $\infty O \infty$. (An mögliche Verwechslungen des Würfels mit anderen Formen wird §. 151. 204. 258. erinnert werden.)

Die Würfelform zeigt sich häufig an Wismuth, Chlornatrium, Jod- und Chlorkalium, Salmiak aus harnstoffhaltiger Lösung krystallisirt, Flußspath, Bleiglanz u. a.

§. 63. Combinationen des Würfels.

Wir besprechen hier zunächst nur die Combinationen des Würfels mit dem Oktaëder; bei jeder der folgenden einfachen Formen werden ihre Combinationen mit allen schon vorher betrachteten, so weit sie von Wichtigkeit sind, erklärt werden. — Die sechs Flächen des Würfels stumpfen die sechs Ecken des Oktaëders ab (und an jedem Krystall, welcher oktaëdrische Ecken, §. 60., hat, diese); die acht Flächen des Oktaëders die acht Ecken des Würfels (und an jedem Krystall, welcher hexaëdrische Ecken hat, diese). Die Combinationskanten gehen parallel mit den Oktaëderkanten oder den Diagonalen der Würfelflächen.

Die Würfelflächen herrschen vor, wenn die Axen des Würfels kleiner sind, als die halbe Größe der Axen des sich damit combinirenden Oktaëders; die Combination (Fig. 76. Mod. 3) erhält das Zeichen $\infty O \infty . O$; sie zeigt sich am Chlornatrium, welches aus harnstoffhaltiger Lösung krystallisirt ist, am Eisenkies, Bleiglanz u. a.; die Abstumpfungsflächen sind gleichseitige Dreiecke (über Verwechslungen vergl. §. 152. 258.). — Die Oktaëderflächen herrschen vor, wenn die Axen des Würfels größer sind, als die halbe Länge der Axen des Oktaëders; die Combination (Fig. 74. Mod. 5) erhält das Zeichen $O . \infty O \infty$; sie findet sich am Zinnchlorid-Chlorammonium (Pinksalz), am Kobaltkies u. a. Die Abstumpfungsflächen sind sämmtlich Quadrate (über Verwechslungen vergl. §. 148. 150. 256.). — Die Flächen des Würfels (und ebenso die des Oktaëders) berühren sich nur in Punkten, wenn die Axen des Würfels genau halb so lang sind, als die des zutretenden Oktaëders; die entstehende Gestalt (Fig. 75. Mod. 4) heißt der Mittelkrystall zwischen

Digitized by Google

Oktaëder und Heraëder, und hat das Zeichen „O . ∞O∞ im Gleichgew.“; sie ist begrenzt durch sechs Quadrate und acht gleichseitige Dreiecke; von den zwölf Combinationsecken liegt jedes zwischen zwei Aren, gleichweit von jeder abstehend; von Ecken an regulären Krystallformen, welche dieselbe Lage haben, sagt man, daß sie liegen *wie die Ecken des Mittelkrystalls*. Diese Form zeigt sich oft sehr regelmäßig am salpetersauren Bleioxyd, am Bleiglanz u. a.

Der Winkel, unter welchem eine Würfel- und eine Oktaëderfläche in einer Combinationskante zusammenstoßen, ist 125°16′.

§. 64. Die Zeichnung der Combinationen von Würfel und Oktaëder ist sehr einfach. Man construirt beide einfache Gestalten über denselben Mittelpunkt (Fig. 13. und 14.). Ist das Oktaëder (nach dem im Vorstehenden angegebenen Verhältniß der Größe der Aren) die vorherrschende Form, so bestimmt man in folgender Weise, wo die Würfelflächen mit den Oktaëderflächen zum Durchschnitt kommen. Jede Linie, welche die Mitten zweier auf einer Fläche sich gegenüberliegender Würfelkanten verbindet, schneidet auch durch zwei an einem Eck sich gegenüberliegende Oktaëderkanten; so schneidet die Linie *ba*, welche die Mitten der Würfelkanten oben links und rechts verbindet (Fig. 13.) durch die zwei Oktaëderkanten, welche von oben nach links und rechts gehen. In derselben Weise sucht man, wo die obere Würfelfläche durch die Oktaëderkanten von oben nach vorn und hinten schneidet; man verbindet die Mitten der Würfelkanten oben vorn und oben hinten durch eine (in Fig. 13. gestrichelte) Linie, und markirt die Schneidungspunkte derselben mit den genannten Oktaëderkanten. Die vier Durchschnittspunkte, die man so gefunden hat, verbindet man durch Linien, welche also Combinationskanten vorstellen, und hat so die Abstumpfung des Oktaëderecks, welches oben liegt, fertig gezeichnet. In gleicher Weise verfährt man bei der Zeichnung der Abstumpfung der übrigen Ecken.

Herrschen die Flächen des Würfels vor, so kann man in folgender Weise bestimmen, wo die Oktaëderflächen mit den Würfelflächen zum Durchschnitt kommen. Die Würfelkante vorn rechts in Fig. 14. liegt gerade in der Mitte zwischen den Aren, die vom Mittelpunkte des Arenkreuzes nach vorn und nach rechts gehen; eine Linie *ab*, gezogen auf der oben vorn rechts liegen-

Digitized by Google

den Oktaëderfläche von oben nach der Mitte der Kante vorn rechts, liegt gleichfalls in der Mitte zwischen den Aren nach vorn und nach rechts, und muß also durch jene Würfelkante hindurchgehen; der Schneidungspunkt bestimmt, wo an der Würfelkante vorn rechts die Oktaëderfläche durchschneidet. In gleicher Weise bestimmt man, wo diese Fläche durch die anderen zwei Würfelkanten hindurchgeht, die mit der eben genannten das Würfeleck oben rechts vorn bilden; eine Hülfslinie, gezogen von dem Oktaëdereck vorn nach der Mitte der Oktaëderkante, die von oben nach rechts geht, schneidet die Würfelkante oben rechts in dem zu bestimmenden Punkt; eine Hülfslinie, gezogen von dem Oktaëdereck rechts nach der Mitte der Oktaëderkante oben nach vorn, bestimmt den Schneidungspunkt auf der Würfelkante oben vorn. So hat man bestimmt, wo die Oktaëderfläche oben vorn rechts durch die Kanten des hier liegenden Würfelecks hindurchgeht; diese Punkte werden durch Linien verbunden, und die Abstumpfung dieses Ecks ist fertig gezeichnet. In gleicher Weise kann man behufs der Zeichnung der Abstumpfung der anderen Würfelecken verfahren.

Der Anfänger wird indeß einsehen, wie sich die ganze Zeichnung leicht vollenden läßt, wenn man für Ein Eck gefunden hat, in welchem Abstande von dem Eck die Kanten von der Oktaëderfläche durchschnitten werden, oder selbst nur, in welchem Abstande von dem Eck Eine Kante durchschnitten wird. Alle Kanten werden nämlich in diesem Abstande von den Ecken durchschnitten, und man hat also nur den gefundenen Abstand von allen Ecken aus auf den da zusammenstoßenden Kanten abzustechen, um die Punkte, wo die Oktaëderflächen durch die Würfelkanten gehen, bestimmt zu haben (wobei zu beachten ist, daß bei unserem Zeichnen Abstände in der Richtung von vorn nach hinten, die in Wirklichkeit eben so groß sind als die der Richtung von links nach rechts oder von oben nach unten, in der perspectivischen Ansicht $\frac{1}{3}$ so groß gezeichnet werden; vergl. §. 16.). Eben so kann man sich die Zeichnung durch Benutzung der Wahrnehmung erleichtern, daß alle Combinationskanten zwischen Würfel und Oktaëder parallel sind einer Oktaëderkante oder der Diagonale einer Würfelfläche.

Bei steter Betrachtung an einem wirklichen Arenkreuz, wie die Flächen zweier über denselben Mittelpunkt construirten und

Digitized by Google

sich combinirenden Formen, wie ihre Kanten, Diagonalen u. s. w. liegen, wird der Anfänger keine Schwierigkeiten finden, zu bestimmen, wo die Flächen dieser Formen sich schneiden, und die Combination zu zeichnen; er wird bald von selbst die kleinen Vortheile finden, die das Zeichnen erleichtern, z. B. nur Einen Durchschnittspunkt zu suchen, der sich möglichst scharf bestimmt (d. h. wo die ihn bestimmenden Linien nicht so schief sich schneiden, daß der wahre Durchschnittspunkt unsicher ist), und von diesem Durchschnittspunkte aus durch Abtragen gefundener Abstände, wie eben bei der Zeichnung der Abstumpfung des Würfelecks angegeben wurde, oder durch Ziehen von Parallelen u. s. f. die Combination fertig zu zeichnen. Es ist deshalb wohl nicht nöthig, bei den im Folgenden zu betrachtenden Combinationen weitläufiger anzugeben, wie sie gezeichnet werden.

§. 65. Die Krystallform, für welche das Zeichen $a : a : \infty a$ gilt, d. h. von deren Flächen jede zwei Aren gleichweit vom Mittelpunkte schneidet und mit der dritten Are parallel geht, muß zwölf Flächen haben, denn an dem Arenkreuz lassen sich solcher Flächen legen vier, von oben nach vorn, rechts, hinten und links, vier, von unten nach vorn, rechts, hinten und links, und dann noch vier zwischen vorn und rechts, rechts und hinten, hinten und links, links und vorn.

Um die Gestalt dieses Körpers genauer kennen zu lernen, wollen wir zuerst die vier Flächen, die von oben, und die vier, die von unten wie eben angegeben ausgehen, an das Arenkreuz (welches also wieder wie Fig. 11. gezeichnet ist, und auf welchem die vom Mittelpunkte in Wirklichkeit gleichweit abstehenden Punkte v, h, l, r, o, u markirt sind) legen. Die Fläche (die) von oben nach vorn (geht) und parallel mit der Are lr bildet mit der Fläche von unten nach vorn und parallel mit derselben Are eine Durchschnittslinie ab (Fig. 16.), die durch den Punkt v (vorn) und parallel mit lr geht. Die Flächen, die von oben nach rechts und von unten nach rechts gehen, und beide der Are vh parallel sein sollen, bilden eine Durchschnittslinie de, die durch r parallel mit vh geht. Die Linien ab und de schneiden sich in dem Punkte f, von diesem aus geht eine Durchschnittslinie nach o, nämlich die, in welcher die Fläche von oben nach

Digitized by Google

vorn (die mit lr parallel ist) und die von oben nach rechts (die mit vh parallel ist) sich schneiden.

Sucht man auf diese Art weiter, wie die eben zu legenden acht Flächen den Raum begrenzen, so findet man als Resultat eine doppelte vierseitige Pyramide mit quadratischer Basis, die dem Beobachter eine Kante der Basis zuwendet, Fig. 16., und diese Pyramide ist auch noch nach den vorderen Kanten in Fig. 17. sichtbar. In dieser Figur sind aber auch außerdem die vorn sichtbaren Flächen gezeichnet, welche zu legen noch übrig blieb; es sind dieses die zwischen vorn und rechts, rechts und hinten, hinten und links, links und vorn. Jede dieser Flächen verbindet zwei der genannten Arenenden und geht parallel mit der Are von oben nach unten; wir deuten die Lage einer solchen Fläche an durch eine Linie, die zwei der genannten Arenenden verbindet, und durch eine durch die Mitte dieser Linie parallel mit ou gezogene; so z. B. die Lage der Fläche zwischen vorn und rechts durch die Linie vr und durch die Linie ik. Die Linien, die hier parallel ou gezogen werden, schneiden die Kanten der zuerst gezeichneten Pyramide (und zwar in der Mitte). Die Kante of dieser Pyramide z. B. liegt in der Mitte zwischen der Are nach vorn und der nach rechts, und die Linie ik gleichfalls; letztere muß also jene Kante schneiden, und eben so geht sie unten durch die Kante fu der zuerst gezeichneten Pyramide.

Die Fläche, welche wir eben durch vorn und rechts, parallel mit der Are von oben nach unten legten, schneidet also das Eck f der zuerst gezeichneten Pyramide ab; in ganz gleicher Weise schneiden die drei anderen mit ou parallel zu legenden Flächen die drei anderen Ecken an der Basis dieser Pyramide ab, und es entsteht die in Fig. 17. mit stärkeren Linien und nur nach den vorderen Kanten gezeichnete Figur, die durch alle Flächen begrenzt ist, welche man durch zwei Aren gleichweit vom Mittelpunkte und mit der dritten Are parallel legen kann. Sie ist

§. 66. Das Rhomben-Dodekaëder (Fig. 80. Mod. 6), auch Dodekaëder (Zwölfflächner) schlechtweg genannt (auch Granatoëder, einkantiges Tetragonaldodekaëder).

Dieses hat 12 rhombische Flächen, 24 Kanten und 14 Ecken.

Die Flächen sind Rhomben mit den Winkeln $109^{0}28'$ und $70^{0}32'$. Das Verhältniß der Diagonalen einer Fläche ist wie 1 zu $\sqrt{2}$.

Digitized by Google

Die Kanten sind alle gleich. — Die Ecken sind von zweierlei Art. Sechs derselben sind vierflächig und oktaëdrische Ecken, d. h. durch sie gehen die Aren hindurch (in Fig. 80. ist eins derselben mit *A* bezeichnet); in ihnen stoßen die Rhomben mit den spitzeren Winkeln zusammen. Die acht anderen sind dreiflächig und hexaëdrische Ecken (vergl. §. 62.; in Fig. 80. ist eins derselben mit *B* bezeichnet); in ihnen stoßen die Rhomben mit den stumpferen Winkeln zusammen. Das Dodekaëder ist also bei der Betrachtung so zu stellen, daß ein vierflächiges Eck vorn gegen den Beobachter zu, eins nach oben zu liegt u. s. f.

Die Flächen stoßen in den Kanten unter einem Winkel von 120° zusammen; zwei in einem oktaëdrischen Eck gegenüberliegende Flächen sind unter einem Winkel von 90°, zwei daselbst gegenüberliegende Kanten unter einem Winkel von 109°28′ gegen einander geneigt.

Das abgekürzte krystallographische Zeichen für das Dodekaëder ergiebt sich wieder aus der Vergleichung mit dem für das Oktaëder:

Oktaëder, weitläufiger: $a : a : a$; abgekürzt: O.
Dodekaëder, weitläufiger: $a : a : \infty a$; abgekürzt: $O\infty$ oder ∞O.

(Auf Verwechslungen des Dodekaëders wird §. 150. 215. 269. 328. aufmerksam gemacht werden.)

Das Dodekaëder kommt an künstlichen Krystallen seltener selbstständig vor, als in Combinationen; häufiger findet es sich rein ausgebildet an Mineralien. Phosphor, Granat u. a.

§. 67. Combinationen des Dodekaëders.

Die längeren Diagonalen der Dodekaëderflächen liegen wie Oktaëderkanten, die kürzeren Diagonalen wie Würfelkanten. Jede Dodekaëderfläche liegt also sowohl wie eine Oktaëder- als auch wie eine Würfelkante; die zwölf Flächen des Dodekaëders stumpfen bei der Combination mit dem Würfel oder dem Oktaëder die zwölf Kanten der einen oder der anderen Form gerade ab. — Die oktaëdrischen Ecken des Dodekaëders werden durch Würfelflächen abgestumpft; die Combinationskanten gehen den kürzeren Diagonalen der Dodekaëderflächen parallel. Die hexaëdrischen Ecken werden durch Oktaëderflächen abgestumpft; die Combinationskanten gehen parallel den längeren Diagonalen. Oktaëder und Dodekaëder, $O\,.\,\infty O$ (Fig. 78.), geben also ein Oktaëder mit

Digitized by Google

gerade abgestumpften Kanten (Alaun, Rothkupfererz); Dodekaëder und Oktaëder, $\infty O . O$ (Fig. 79., Mod. 7), ein Dodekaëder mit gerade abgestumpften heraëdrischen Ecken (Magneteisen). Würfel und Dodekaëder, $\infty O \infty . \infty O$ (Fig. 82., Mod. 8), geben einen Würfel mit gerade abgestumpften Kanten (Alaun, dessen Lösung Alkali, Chlorkalium, dessen Lösung Quecksilberchlorid zugesetzt war, krystallisiren manchmal in dieser Form; Flußspath, selten); Dodekaëder und Würfel, $\infty O . \infty O \infty$ (Fig. 81.), ein Dodekaëder mit gerade abgestumpften oktaëdrischen Ecken (Granat, selten).

Oktaëder, Würfel und Dodekaëder kommen häufig zusammen vor; mit vorherrschenden Oktaëderflächen zeigt sich diese dreifache Combination, $O . \infty O \infty . \infty O$ (Fig. 83., wo indeß die Oktaëderflächen nicht stark vorherrschen), gewöhnlich an dem Alaun; mit vorwaltenden Würfelflächen, $\infty O \infty . O . \infty O$ (Fig. 84.), häufig an Alaun, dessen Lösung Alkali zugesetzt war, auch an Chlornatrium, das aus wismuthchloridhaltiger Lösung krystallisirte. An solchem Alaun, auch an Bleiglanz u. a, zeigen sich auch manchmal Oktaëder und Würfel im Gleichgewicht: $O . \infty O \infty$ im Gleichgewicht mit ∞O; die Ecken des Mittelkrystalls (Fig. 75.) sind dann durch rechtwinklig auftretende Dodekaëderflächen abgestumpft. Ueberhaupt stumpfen die Dodekaëderflächen alle Ecken ab, welche liegen wie die Ecken des Mittelkrystalls (§. 63.). Seltener kommt das Dodekaëder als vorherrschende Form mit Oktaëder und Heraëder vor: $\infty O . \infty O \infty . O$; dann sind sowohl die vierflächigen als die dreiflächigen Ecken abgestumpft (Gold).

Eine Dodekaëder- und eine Würfelfläche sind in den Combinationskanten unter 135°, eine Dodekaëder- und eine Oktaëderfläche unter 144°44′ zu einander geneigt.

§. 68. Die im Vorhergehenden besprochenen einfachen Formen, das Regulär-Oktaëder, der Würfel, das Rhombendodekaëder, sind einzig in ihrer Art; nach den Formeln, welche die Lage der Flächen dieser Gestalten anzeigen, kann man immer nur Eine holoëdrische Krystallgestalt construiren; es giebt nur Ein Regulär-oktaëder, nur Einen Würfel, nur Ein Rhombendodekaëder. Andere Krystallformen in dem regulären System können mancherlei Art sein; so z. B. lassen sich nach der Formel für die Lage jeder Fläche

Digitized by Google

$a : ma : ma$

oder abgekürzt mOm

(wo m eine Zahl größer als 1 bedeutet) eine Menge verschiedener einfacher Formen construiren, je nachdem der Werth von m verschieden angenommen wird. Jene Formel bezeichnet eine einfache Form mit Flächen, deren jede eine Axe in einem Abstande a von dem Mittelpunkte schneidet, und in der Richtung nach ma zu zwei anderen Axen sich erstreckt (gehörig vergrößert zwei andere Axen in demselben größeren Abstande ma schneiden würde). In der Natur kommen nur solche nach diesem Symmetriegesetz gestaltete Formen vor, wo m einen zu 1 in einem einfachen Verhältniß stehenden Werth hat; man hat beobachtet Gestalten, deren Flächen liegen nach der Formel

$a : 2a : 2a$; abgekürzt 202

oder $a : 3a : 3a$; abgekürzt 303.

Jede Krystallgestalt von der Formel $a : ma : ma$ oder mOm hat 24 Flächen; in jedem Oktanten des Axenkreuzes kann man nämlich 3 Flächen in dieser Richtung legen (in dem Oktanten vorn oben rechts z. B. eine Fläche von dem einfachen Abstande $[a]$ auf der Axe oben nach dem $m$fachen Abstande $[ma]$ auf der Axe rechts und dem $m$fachen Abstande $[ma]$ auf der Axe nach vorn hin; eine zweite entsprechende Fläche von dem einfachen Abstande auf der Axe rechts aus, und eine dritte entsprechende von dem einfachen Abstande auf der Axe vorn aus), in allen 8 Oktanten also 24. Davon nennt man die Formen der Art

Ikositetraëder (Vierundzwanzigflächner),

sonst auch zweikantige Tetragonalikositetraëder, Leucitoëder und Leucitoide, Deltoid-Ikositetraëder, Trapezoëder. Die Bezeichnung Ikositetraëder legt man den Formen dieser Art vorzugsweise bei, und benennt andere in diesem System noch vorkommende vierundzwanzigflächige Formen nach anderen Eigenthümlichkeiten; die Bezeichnungen Leucitoëder und Leucitoid läßt man manchmal auch auf die einzelnen Formen der Art gehen, und zwar bedeutet dann

Leucitoëder das Ikositetraëder $a : 2a : 2a$ oder 202

Leucitoid das Ikositetraëder $a : 3a : 3a$ oder 303.

§. 69. Wie Flächen, welche von einem bestimmten Abstande

Digitized by Google

auf einer Are nach dem *m*fach größeren Abstande auf zwei andere Aren hingehen, den Raum vollständig begrenzen, sieht man in folgender Art. Um das Ikositetraëder 202 z. B. zu zeichnen, construirt man ein Arenkreuz, und trägt von dem Mittelpunkte aus einen beliebigen Abstand einfach und doppelt auf den Arenarmen nach vorn, hinten, links, rechts, oben und unten auf. Wir wollen diese einfachen und doppelten Abstände durch *v* und 2*v*, *h* und 2*h*, *l* und 2*l*, *r* und 2*r*, *o* und 2*o*, *u* und 2*u* bezeichnen. Fig 18. zeigt von einem solchen Arenkreuz das Stück, welches den Oktanten vorn oben rechts einschließt. In diesen Oktanten sind nun Flächen zu legen von *o* nach 2*v* und 2*r*, von *r* nach 2*v* und 2*o*, von *v* nach 2*o* und 2*r* hin, und zu suchen, wie sich diese Flächen mit den anderen an den Grenzen des Oktanten und wie sie sich unter sich schneiden.

Die Fläche, welche von *v* nach 2*o* und 2*r* geht (*v*:2*o*:2*r*), schneidet sich mit der Fläche in *v* : 2*o* : 2*l* in dem Oktanten oben vorn links (er ist in Fig. 18. weggelassen) offenbar in der Richtung *v* nach 2*o* hin; hier liegt eine Kante, welche so weit an der entstehenden Gestalt sichtbar ist, bis eine Kante in der Richtung *o* : 2*v* (gebildet durch das Zusammenstoßen der Flächen *o* : 2*v* : 2*r* und *o* : 2*v* : 2*l*) sich mit ihr kreuzt. Diese zwei Kanten treten also in der entstehenden Gestalt so weit sichtbar auf, als sie in Fig. 18. in ausgezogenen Linien dargestellt sind.

Es ergiebt sich so die Begrenzung des Oktanten oben vorn rechts nach links hin; in ganz gleicher Weise findet man die nach hinten und nach unten; die drei Flächen in diesem Oktanten zeigen sich in der entstehenden Gestalt nach diesen Richtungen begrenzt durch die Kanten *vc*, *co*, *ob*, *br*, *ra*, *av*.

Es ist nun noch zu suchen, wie sich die drei Flächen schneiden innerhalb des Oktanten.

Eine Fläche geht in der Richtung *o* : 2*v* : 2*r*, eine andere in der *r* : 2*v* : 2*o*. Beide haben den Punkt 2*v* gemeinschaftlich, und außerdem schneiden sie sich in dem Durchkreuzungspunkte (*b*) der Richtungen *o* : 2*r* und 2*o* : *r*; d. h. die Durchschnittslinie dieser Flächen ist 2*v* : *b*.

In derselben Weise findet man, daß die Durchschnittslinie der Flächen *v* : 2*r* : 2*o* und *o* : 2*v* : 2*r* in der Richtung 2*r*:*c*

Digitized by Google

liegt, und die der Flächen $r : 2v : 2o$ und $v : 2r : 2o$ in der Richtung $2o : a$; diese Durchschnittslinien sind in der entstehenden Gestalt so weit als Kanten sichtbar, als sie in Fig. 18. ausgezogen sind.

So ist für einen Oktanten die Raumbegrenzung fertig gezeichnet; führt man sie in derselben Weise für die anderen Oktanten aus, so erhält man als Resultat eine Gestalt wie Fig. 86. (Mod. 9): das Ikositetraëder 202. — Das Ikositetraëder 303, Fig. 87., wird in derselben Weise gezeichnet, nur nimmt man auf dem Arenkreuz statt der Punkte in doppeltem Abstand solche in dem dreifachen.

§. 70. Die Ikositetraëder sind begrenzt durch 24 Deltoide. So nennt man Vierecke, welche zwei ungleiche Paare gleicher Seiten haben, Fig. 19. **a**. oder **b**.; die Winkel a und c, welche von gleichen Seiten eingeschlossen werden, sind ungleich, die Winkel b, die von ungleichen Seiten eingeschlossen werden, sind gleich; eine Linie durch die zwei gleichen Winkel b zerlegt ein Deltoid in zwei gleichschenklige, eine Linie durch die zwei einzelnen Winkel a und c zerlegt es in zwei ungleichseitige, aber congruente Dreiecke. Fig. 19. **a**. stellt ein Deltoid des Ikositetraëders 202, Fig. 19. **b**. ein Deltoid von 303 dar. Die ebenen Winkel an diesen Deltoiden sind:

	a:	b:	c:
202:	78°28′	82°15′	117°2′
303:	84°15′	81°26′	112°53′

Die 26 Ecken sind dreierlei Art. 6 Ecken A (Fig. 86. und 87.) sind vierflächig und gleichkantig, und in ihnen stoßen die Deltoide mit den spitzesten Winkeln (a) zusammen; sie sind oktaëdrische Ecken (§. 60.) und durch sie gehen die Aren hindurch. 8 Ecken B sind dreiflächig und gleichkantig, und in ihnen stoßen die Deltoide mit den stumpfesten Winkeln (c) zusammen; sie sind hexaëdrische Ecken (§. 62.). 12 Ecken C sind vierflächig und symmetrisch ungleichkantig, und in ihnen stoßen die Deltoide mit den mittleren Winkeln (b) zusammen; sie liegen wie die Ecken des Mittelkrystalls (§. 63.).

Die 48 Kanten an einem Ikositetraëder sind zweierlei Art: 24 längere, AC, verbinden die oktaëdrischen und die symmetri-

Digitized by Google

schen Ecken; 24 kürzere, BC, die heraëdrischen und die symmetrischen Ecken. Je zwei längere Kanten zusammen liegen wie eine Oktaëderkante, sofern sie zwei oktaëdrische Ecken verbinden; je zwei kürzere zusammen wie eine Heraëderkante.

In der allgemeinen Formel des Ikositetraëders mOm oder $a : ma : ma$ ist m größer als 1, d. h. es liegt zwischen 1 und ∞; die Krystallform mit dem Zeichen $a : ma : ma$ liegt zwischen den Krystallformen $a : a : a$ und $a : \infty a : \infty a$, d. h. das Ikositetraëder ist eine Uebergangsgestalt zwischen Oktaëder und Würfel, und je nachdem m sehr nahe gleich 1 oder sehr groß ist, erinnert der Habitus des Ikositetraëders mehr an den des Oktaëders oder mehr an den des Heraëders. Je näher $m = 1$, um so mehr fallen je drei in einem Oktanten liegende Flächen in eine Ebene und um so mehr je zwei längere Kanten in eine gerade Linie zusammen, und für $m = 1$ tritt dies vollkommen ein, d. h. es entsteht ein Oktaëder. Je größer im Gegentheil m, um so mehr fallen je vier um ein oktaëdrisches Eck liegende Flächen in eine Ebene und je zwei kürzere Kanten in eine gerade Linie zusammen; für $m = \infty$ tritt dies vollkommen ein, d. h. es entsteht ein Würfel.

Es ist die Neigung zweier in einem oktaëdrischen Eck gegenüberliegender

	Flächen:	Kanten:
bei 202	109°28′	126°52′
bei 303	129°31′	143°8′

Neigung der Flächen zu einander in den Kanten

	in den längeren (AC)	in den kürzeren (BC)
bei 202	131°49′	146°27′
bei 303	144°54′	129°31′.

Ikositetraëder finden sich an künstlichen Krystallen nur selten und dann nur in Combinationen; so das Ikositetraëder 202 manchmal an dem Chromalaun und an dem gewöhnlichen Alaun, wenn man einen Krystall desselben in einer gesättigten, mit etwas Salzsäure versetzten Alaunlösung schwach erwärmt, so daß seine Kanten aufgelöst werden, und dann wieder langsam erkalten läßt; über die Form der Combinationen vergl. §. 71.

Digitized by Google

und 72. In dem Mineralreich findet sich das Ikositetraëder 202 selbstständig am Leucit, am Analcim u. a., das Ikositetraëder 303 selten, z. B. am Gold, am Silber.

§. 71. Combinationen der Ikositetraëder.

Herrscht das Ikositetraëder vor, so stumpfen die Flächen des Würfels die oktaëdrischen Ecken, die Flächen des Oktaëders die hexaëdrischen Ecken, die Flächen des Dodekaëders die symmetrischen Ecken ab. Man ersieht dies Fig. 88., welche die Combination $202.\infty O\infty.O.\infty O$ darstellt. — Die Combination $202.\infty O$ findet sich an dem Salmiak, der bei Duttweiler von einem brennenden Steinkohlenlager sublimirt; die Combination $202.\infty O\infty$ an dem Analcim.

Herrscht der Würfel vor, so bildet das Ikositetraëder dreiflächige Zuspitzungen der Würfelecken; die Zuspitzungsflächen sind auf den Würfelflächen gerade aufgesetzt. So zeigt der Analcim manchmal Würfel mit zugespitzten Ecken: $\infty O\infty . 202$ (Fig. 91.); an dem Flußspath kommt, seltener, die Combination $\infty O\infty.303$ vor. Die Combinationskanten zwischen einem Ikositetraëder und einem Würfel sind parallel den Diagonalen der Würfelflächen.

Herrscht das Oktaëder vor, so bildet das Ikositetraëder vierflächige Zuspitzungen der Oktaëderecken; die Zuspitzungsflächen sind auf den Oktaëderflächen gerade aufgesetzt. Die Combinationskanten sind parallel den Oktaëderkanten.

In Fig. 92. ist diese Combination noch mit Würfelflächen vermehrt dargestellt; diese Form ist $O . \infty O\infty . 202$ (Alaun oder Chromalaun, selten); die Flächen des Ikositetraëders stumpfen die Combinationskanten zwischen den Würfel- und den Oktaëderflächen schief ab.

§. 72. Bei Combination eines Ikositetraëders mit dem Würfel oder dem Oktaëder oder beiden entscheidet man durch die Messung der Winkel an den Combinationskanten, ob das vorkommende Ikositetraëder 202 oder 303 ist. Diese Winkel sind

Ikositetraëder mit	Oktaëder	Würfel
202	160°32′	144°44′
303	150°30′	154°46′

Bei der Combination eines Ikositetraëders mit dem Rhombendodekaëder bestimmt sich dies einfacher. Die 24 Flächen des Ikositetraëders 202 liegen gerade so wie die 24 Kanten des

Digitized by Google

Dodekaëders. An einem vorherrschenden Dodekaëder werden die Kanten durch die Flächen von 202 gerade abgestumpft; Fig. 85. zeigt diese am Melanit (schwarzen Granat) u. a. vorkommende Combination ∞O . 202. — Zwei in einem oktaëdrischen Eck sich gegenüberliegende Flächen des Ikositetraëders 303 sind hingegen unter einem stumpferen Winkel zu einander geneigt, als zwei in einem solchen Eck sich gegenüberliegende Dodekaëderkanten, und können diese also nicht gerade abstumpfen. Die Flächen des Ikositetraëders 303 bilden an dem Dodekaëder vierflächige Zuspitzungen der oktaëdrischen Ecken, wobei die Zuspitzungsflächen auf die Dodekaëderkanten gerade aufgesetzt sind. Wie verschieden sich 202 und 303 mit dem Dodekaëder combiniren, sieht man in Fig. 89. und 90.; erstere zeigt ∞O . O mit 202, letztere ∞O . O mit 303 combinirt.

Es bestimmt sich hiernach z. B. leicht, welches Ikositetraëder das in Fig. 93. auftretende ist, einer Combination, die manchmal an dem Alaun vorkommt (vergl. §. 70.), und welche außer dem Ikositetraëder noch Oktaëderflächen als die vorherrschenden, Würfel- und Dodekaëderflächen zeigt. Die Ikositetraëderflächen werden leicht erkannt (vergl. Fig. 92. und §. 71.), da sie die Combinationskanten zwischen Würfel und Oktaëder abstumpfen; daß das auftretende Ikositetraëder 202 ist, sieht man daran, daß jede Ikositetraëderfläche nach zwei Dodekaëderflächen hin durch zwei parallele Combinationskanten begrenzt ist; die ganze Combination ist also O . ∞O∞ . ∞O . 202 zu schreiben. Das Ikositetraëder 303 würde nicht parallele, sondern nach den Oktaëdercken hin divergirende Combinationskanten bilden.

§. 73. Auch der Formel $a : a : ma$, abgekürzt Om oder mO (wo m größer als 1 gedacht ist), entsprechen mehrere verschiedene Krystallformen, je nach dem verschiedenen Werth von m. Diese Formen haben alle das gemeinsam, daß jede ihrer Flächen zwei Aren gleichweit vom Mittelpunkte, die dritte Are aber (gehörig vergrößert) in dem $m$fach größeren Abstande schneidet.

Man hat nur solche Formen der Art beobachtet, wo m eine Zahl ist, die zu 1 in einem einfachen Verhältnisse steht; m ist z. B. = $\frac{3}{2}$, oder = 2, oder = 3. Diese einzelnen Formen werden also mit $\frac{3}{2}O$, 2O, 3O bezeichnet. $\frac{3}{2}O$ und 2O kom-

Digitized by Google

men relativ am häufigsten, die anderen Gestalten mO nur sehr selten vor.

Die Formen mO müssen durch 24 Flächen begrenzt sein; in einem Oktanten des Axenkreuzes kann man nämlich 3 Flächen legen, die der Formel $a : a : ma$ entsprechen; in den 8 Oktanten also 24.

Als Beispiel zur Erkenntniß der näheren Eigenschaften dieser Gestalten, und wie sie gezeichnet werden, wollen wir die Construction von 2O wählen. Man construirt das Axenkreuz und markirt wieder wie vorher (§. 69.) auf demselben einfache und doppelte Abstände von dem Mittelpunkte: v und $2v$, h und $2h$ u. s. w. Fig. 20. zeigt diese Abstände auf den Armen des Axenkreuzes, welche den Oktanten oben vorn rechts einschließen. In diesem können nun drei Flächen entsprechend der Formel $a:a:2a$ gelegt werden; eine $v : r : 2o$, eine $r : o : 2v$, eine $o : v : 2r$.

Die Begrenzung dieser Flächen nach den anderen Oktanten hin ergiebt sich leicht. Die Fläche $o : v : 2r$ wird mit der Fläche $o : v : 2l$ in dem Oktanten vorn oben links eine Kante $o : v$ bilden; eben so entstehen die Kanten $o : r$ und $v : r$.

Es sind noch die Kanten zu bestimmen, welche durch das Schneiden der Flächen innerhalb des Oktanten entstehen. Die Flächen $v : o : 2r$ und $v : r : 2o$ haben den Punkt v gemeinschaftlich, und schneiden sich auch in dem Durchkreuzungspunkte b der Richtungen $o : 2r$ und $r : 2o$, also in der Linie vb; von dieser Linie tritt als Kante in der entstehenden Gestalt das in Fig. 20. ausgezogene Stück auf.

Ganz entsprechend findet man als Durchschnittslinie für die Flächen $r : v : 2o$ und $r : o : 2v$ eine Kante in der Richtung rc, und für den Durchschnitt der Flächen $o:r:2v$ und $o:v:2r$ eine Kante oa; diese Kanten zeigen sich in der entstehenden Gestalt so weit, als dies Fig. 20. angedeutet ist.

Die Construction für den Oktanten oben vorn rechts ist hiermit vollendet; construirt man ebenso für die anderen Oktanten, so erhält man als Resultat eine Krystallform, wie sie Fig. 94. und Mod. 10 darstellt: 2O.

§. 74. Die anderen Formen mO, wo m einen von 2 verschiedenen Werth hat, sind dem Fig. 94. dargestellten Körper gleichfalls ähnlich (Fig. 353. zeigt die Form $\frac{3}{2}$O); alle haben

Digitized by Google

das Ansehen von Oktaëdern, auf deren Flächen dreiseitige Pyramiden aufgesetzt sind. Man nennt alle Formen mO

Triakisoktaëder (Dreimal-Acht-Flächner),

auch oktaëdrische Trigonal-Ikositetraëder, Pyramidenoktaëder, Galenoide.

Sie sind begrenzt durch 24 gleichschenklige Dreiecke, und haben 14 Ecken und 36 Kanten.

In den gleichschenkligen Dreiecken ist

bei	der einzelne ebene Winkel	jeder der zwei gleichen
$\frac{3}{2}$O	119°14′	30°23′
2 O	118°4′	30°58′

Sie haben zweierlei Ecken: 6 achtflächige, symmetrische, oktaëdrische Ecken A (Fig. 94.), durch welche die Axen hindurchgehen, und 8 dreiflächige, gleichkantige, hexaëdrische Ecken B.

Die Kanten sind gleichfalls zweierlei Art: 12 (AA) verbinden die oktaëdrischen Ecken unter sich, und liegen also wie Oktaëderkanten; 24 (AB) verbinden die oktaëdrischen und die hexaëdrischen Ecken. Erstere bilden die Grundlinien, letztere die Schenkel der 24 gleichschenkligen Dreiecke, welche das Triakisoktaëder begrenzen.

Die allgemeine Formel für die Triakisoktaëder mO oder weitläufiger $a : a : ma$ bildet einen Uebergang zwischen $a:a:a$ und $a : a : \infty a$, den Formeln für das Oktaëder und das Rhombendodekaëder. Die Triakisoktaëder selbst stehen deshalb in der Mitte zwischen diesen beiden Formen, und nähern sich in ihrem Habitus mehr der einen oder mehr der anderen, je nach der Größe von m. Um je näher $m = 1$, um so mehr fallen je drei um ein hexaëdrisches Eck liegende Triakisoktaëderflächen in eine Ebene zusammen, und wenn dies ganz vollkommen der Fall wäre, würde ein Oktaëder resultiren; um je größer m ist, um so mehr fallen je zwei an einer Oktaëderkante liegende Flächen in eine Ebene zusammen, und wenn dieses vollkommen einträte, würde ein Dodekaëder resultiren.

Es ist die Neigung der Flächen an den relativ häufiger beobachteten Triakisoktaëdern

bei	in den Kanten AA	in den Kanten AB
$\frac{3}{2}$O	129°31′	162°39′
2O	141°3′	152°44′

Digitized by Google

Die Triakisoktaëder finden sich an künstlichen Krystallen nur äußerst selten und dann nur sehr untergeordnet in Combination mit anderen Formen; die Flächen von 2O sind an Alaun, der aus salzsäurehaltiger Lösung krystallisirt war, beobachtet worden, aber sie müssen nur selten sich zeigen, da bei vielen Krystallisationen sie nie aufgefunden werden konnten. Auch im Mineralreich finden sich Triakisoktaëderflächen nur seltener und meist untergeordnet; an dem Diamant tritt eine solche Form selbstständig auf, aber wegen der Krümmung der Flächen konnte man das hier vorkommende Triakisoktaëder nicht genauer bestimmen.

§. 75. Combinationen der Triakisoktaëder.

Herrschen sie vor, so stumpfen die Oktaëderflächen ihre dreiflächigen (heraëdrischen) Ecken, die Würfelflächen ihre achtflächigen (oktaëdrischen) Ecken, die Dodekaëderflächen ihre oktaëdrischen Kanten gerade ab.

An dem vorherrschenden Würfel bringt ein Triakisoktaëder eine dreiflächige Zuspitzung der Würfelecken hervor; die Zuspitzungsflächen sind auf den Kanten des Würfels gerade aufgesetzt (Unterschied von der dreiflächigen Zuspitzung der Würfelecken durch ein Ikositetraëder, §. 71.). An dem vorherrschenden Oktaëder bringt ein Triakisoktaëder eine Zuschärfung der Oktaëderkanten hervor; an dem vorherrschenden Dodekaëder eine dreiflächige Zuspitzung der heraëdrischen (dreiflächigen) Dodekaëderecken, die Zuspitzungsflächen sind auf den Dodekaëderflächen gerade aufgesetzt.

Die Triakisoktaëderflächen stumpfen die Combinationsecken, die durch Würfel und Oktaëder (Fig. 76.) gebildet werden, schief ab; sie stumpfen die Combinationskanten zwischen dem Dodekaëder und dem Oktaëder (z. B. in Fig. 84.) schief ab. So zeigt sich, selten, der Bleiglanz.

Die Kanten AB eines Triakisoktaëders (Fig. 94.) liegen in der Richtung von einem oktaëdrischen zu einem heraëdrischen Eck; in derselben Richtung liegen diejenigen Diagonalen auf den Flächen der Ikositetraëder, welche die einzelnen Winkel verbinden (vergl. §. 70.). Damit diese Kanten AB des Triakisoktaëders abgestumpft werden, muß sich ein Ikositetraëder damit combiniren; welches, ist verschieden je nach der Art des Triakisoktaë-

Digitized by Google

ders (je nach dem Werthe von m in der allgemeinen Triakisoktaëderformel mO).

Die Höhenlinien *) der Triakisoktaëderflächen gehen in der Richtung von der Mitte zwischen zwei Aren (von dem Punkte, wo ein Eck des Mittelkrystalls liegt, §. 63.) nach einem heraëdrischen Eck hin; in derselben Richtung liegen die Kanten CB (Fig. 86. oder 87) der Ikositetraëder, und diese Kanten eines Ikositetraëders werden also durch Flächen eines Triakisoktaëders abgestumpft. So stumpfen die Flächen von $\frac{3}{2}O$ diese Kanten an dem Ikositetraëder $2O2$ ab, die Flächen von $2O$ diese Kanten an $3O3$.

§. 76. Der Formel $a : ma : \infty a$, abgekürzt $mO\infty$, entsprechend können gleichfalls verschiedene einfache Formen existiren, je nach dem verschiedenen Werthe von m. Alle diese Formen — die also die Eigenschaft gemeinsam haben, daß jede ihrer Flächen gehörig vergrößert zwei Aren in ungleichem Abstande vom Mittelpunkte schneidet und mit der dritten Are parallel geht — werden durch 24 Flächen begrenzt sein; solcher Flächen kann man nämlich von einem Arenende aus 4 (von dem Arenende vorn z. B. eine nach oben, eine nach unten, eine nach rechts und eine nach links hin), von den sechs Arenenden aus also 24 legen.

Die näheren Eigenschaften der Formen $mO\infty$, und wie diese gezeichnet werden, lassen sich in folgender Weise erkennen. Um die Form $2O\infty$ zu zeichnen, construirt man ein Arenkreuz, und markirt daran einfache und doppelte Abstände vom Mittelpunkte, die wir wieder wie vorher (§. 69. und 73.) bezeichnen; Fig. 21. zeigt von diesem Arenkreuz nur die nach oben, vorn und rechts gehenden Aren.

Von o aus geht eine Fläche nach $2v$, parallel mit der Are lr; von v geht eine Fläche nach $2o$, gleichfalls parallel mit lr. Die Durchschnittslinie dieser Fläche muß also auch dieser Are parallel sein, und sie muß außerdem durch den Punkt a gehen,

*) Die Höhenlinie eines gleichschenkligen Dreiecks ist die aus der Spitze desselben auf die Mitte der Grundlinie gezogene Linie, die Höhenlinie eines gleichseitigen Dreiecks die aus irgend einem Eck auf die Mitte der gegenüberstehenden Seite gezogene Linie.

Digitized by Google

wo sich die Richtungen $o : 2v$ und $v : 2o$ schneiden. So erhält man die Lage einer Kante bc.

Von o aus geht auch eine Fläche nach $2r$, parallel mit der Axe von vorn nach hinten; parallel mit derselben Axe geht eine Fläche von r aus nach $2o$; beide bilden eine durch den Schneidungspunkt der Richtungen $o : 2r$ und $r : 2o$ und parallel mit der Axe von vorn nach hinten gehende Kante cd.

Die Kante cd trifft auf die Kante bc bei c. Die Fläche, die von o aus nach $2v$ geht, wird nach unten durch die Kante bc begrenzt und nach rechts hin durch eine Kante, die von o nach c liegt.

In den Punkt c trifft weiter eine senkrechte Kante, gebildet durch das Schneiden einer Fläche, die von v zu $2r$ geht, mit einer anderen, die von r zu $2v$ geht, welche beide Flächen der senkrechten Axe parallel sind. Die Fläche in der Richtung $v : 2o$ und die Fläche $v : 2r$ schneiden sich in einer Kante vc; die Flächen $r : 2o$ und $r : 2v$ in einer Kante rc. So entsteht bei c ein sechsflächiges Eck.

An jedem Punkte auf einer Axe, der im einfachen Abstande vom Mittelpunkte liegt, entsteht hingegen ein vierflächiges, bei o z. B. eins durch Flächen in den Richtungen $o:v$, $o:r$, $o:h$, $o:l$.

Führt man diese Constructionen an einem vollständigen Axenkreuze rundum aus, so findet man, daß die Kante cb nach links hin in einem Eck b endigt, das gleichfalls sechsflächig ist wie c, und das von a nach links eben so weit absteht, als c von a nach rechts entfernt ist. Man findet, daß die Fläche in der Richtung $o : 2v$ als ein Dreieck obc auftritt, daß die ganze Figur durch 24 solcher Dreiecke begrenzt ist, und das Ansehen hat, wie es Fig 95. (Mod. 11) zeigt.

§. 77. Ein ähnliches Ansehen zeigen die anderen Formen $mO\infty$, wo m einen von 2 verschiedenen Werth hat (man hat nur solche beobachtet, wo dieser Werth zu 1 in einem einfachen Verhältniß steht, wo m z. B. $\frac{3}{2}$, 3, 5 u. s. w. ist; diese Formen werden also durch $\frac{3}{2}O\infty$, $3O\infty$, $5O\infty$ bezeichnet, während für die eben beispielsweise construirte das Zeichen $2O\infty$ gilt; $2O\infty$ und $3O\infty$ kommen am häufigsten vor). Alle sehen Würfeln ähnlich, auf deren Flächen vierseitige Pyramiden aufgesetzt sind. Man nennt alle solche Formen

Digitized by Google

Tetrakisheraëder (Viermal-Sechs-Flächner), auch heraëdrische Trigonal-Ikositetraëder, Pyramidenwürfel, Fluoroide.

Sie sind begrenzt durch 24 gleichschenklige Dreiecke; es sind in diesen

bei	der einzelne ebene Winkel	die gleichen ebenen Winkel
$2O\infty$	$83^{0}38'$	$48^{0}11'$
$3O\infty$	$86^{0}59'$	$46^{0}30'$.

Sie haben 14 Ecken von zweierlei Art: 6 vierflächige, gleichkantige, oktaëdrische Ecken A (Fig. 95.), durch welche die Aren hindurchgehen; 8 sechsflächige, symmetrische, heraëdrische Ecken B.

Sie haben 36 Kanten, die gleichfalls zweierlei Art sind; 12 längere, BB, verbinden die heraëdrischen Ecken und liegen also gerade so wie Würfelkanten; 24 kürzere, AB, verbinden die oktaëdrischen mit den heraëdrischen Ecken. In den ersteren stoßen zwei Flächen mit den Grundlinien, in den letzteren mit den gleichen Schenkeln an einander.

Die allgemeine Formel für die Tetrakisheraëder $mO\infty$ $(a:ma:\infty a)$ bildet einen Uebergang zwischen den Formeln des Dodekaëders und des Würfels, $O\infty$ und $\infty O\infty$ $(a:a:\infty a$ und $a:\infty a:\infty a)$. Die Tetrakisheraëder stehen selbst hinsichtlich ihres Habitus zwischen diesen beiden Formen; je näher $m = 1$, um so mehr werden je zwei an einer Kante BB liegende Flächen in eine Ebene zusammenfallen und der Krystall das Ansehen eines Dodekaëders bekommen; um je größer m, um so mehr werden je vier um ein oktaëdrisches Eck liegende Flächen in eine Ebene zusammenfallen und der Krystall das Ansehen eines Würfels erhalten.

An den häufiger vorkommenden Tetrakisheraëdern sind die Flächen zu einander geneigt:

bei	in den Kanten BB	in den Kanten AB
$2O\infty$	$143^{0}8'$	$143^{0}8'$
$3O\infty$	$126^{0}52'$	$154^{0}9'$.

Bei dem ersteren Tetrakisheraëder sind also die Flächen in den zweierlei Kanten unter demselben Winkel zu einander geneigt; es macht dies die Kanten indeß noch nicht gleich, denn die zweierlei Kanten haben verschiedene Lage (eine Art liegt zwi-

Digitized by Google

schen je zwei sechsflächigen, die andere zwischen je einem vierflächigen und einem sechsflächigen Eck).

Die Tetrakisheraëder finden sich an künstlichen Krystallen äußerst selten, und dann nur untergeordnet; an dem Fünffach-Schwefelantimon-Schwefelnatrium (dem Schlippe'schen Salz) zeigen sich bisweilen Tetrakisheraëderflächen (vergl. §. 103.); auch an Chlornatrium- (Steinsalz-) Krystallen bilden sich solche an feuchter Luft aus (§. 78.) — Flächen von der Lage der Tetrakisheraëderflächen, aber nur in halber Anzahl, finden sich an anderen chemischen Präparaten etwas häufiger; ihr Vorkommen wird später erörtert werden (§. 115. und 116.). — In dem Mineralreich finden sich $2O\infty$ und $3O\infty$ selbstständig, ersteres an Gold und Kupfer, letzteres am Flußspath.

§. 78. Combinationen der Tetrakisheraëder.

Es wird nach dem Vorhergehenden kaum nöthig sein, anzugeben, welche Veränderungen das Auftreten des Oktaëders, Würfels oder Dodekaëders an einem vorherrschenden Tetrakisheraëder hervorbringt. An dem Würfel bringt das Tetrakisheraëder Zuschärfung der Würfelkanten hervor; die Combination $\infty O\infty . 3O\infty$ (Fig. 96.) findet sich am Flußspath, eine ganz ähnliche, $\infty O\infty . 2O\infty$, entsteht, wenn man Steinsalzwürfel feuchter Luft aussetzt, wo das Salz vorzugsweise an den Kanten in der Art zerfließt, daß Flächen von $2O\infty$ entstehen.

Wo sich einzelne Flächen eines Tetrakisheraëders $mO\infty$ zeigen, läßt sich manchmal der Werth von m sehr leicht bestimmen, wenn nämlich Flächen eines Ikositetraëders mOm zugleich vorkommen. Die Kanten AC eines Ikositetraëders mOm (Fig. 86. oder 87.) gehen in der Richtung von dem Abstande (von dem Mittelpunkte) a auf einer Are nach dem $m$fachen Abstande auf einer anderen Are (vergl. §. 69.); in derselben Richtung gehen die Flächen eines Tetrakisheraëders $a : ma : \infty a$ oder $mO\infty$, so daß bei Combination diese Flächen jene Kanten abstumpfen. §. 72. wurde die an dem Alaun vorkommende Combination $O . \infty O\infty . \infty O . 2O2$ (Fig. 93.) beschrieben, und angegeben, wie man das hier vorkommende Ikositetraëder als $2O2$ erkennt; Fig. 97. stellt diese Form dar, mit noch hinzugekommenen Flächen von $2O\infty$ (diese sind abwechselnd schattirt

Digitized by Google

und mit $+\frac{2O\infty}{2}$ und $-\frac{2O\infty}{2}$ bezeichnet, aus Gründen, die später, §. 116., angegeben werden; worauf zunächst keine Rücksicht zu nehmen ist). Als einer Form $mO\infty$ angehörig, werden diese Flächen leicht daran erkannt, daß sie die Combinationskanten zwischen $\infty O\infty$ und ∞O abstumpfen; als zu $2O\infty$ gehörig daran, daß jede solche Fläche mit den zwei anliegenden Flächen 202 parallele Combinationskanten bildet, also die durch diese Flächen 202 hervorzubringende Kante abstumpfen würde.

§. 79. Es bleibt noch übrig, die einfache Form kennen zu lernen, welche nach der Formel mOn oder $a : ma : na$ gebildet ist, d. h. die, von deren Flächen jede gehörig vergrößert die drei Aren meßbar weit vom Mittelpunkte, aber alle drei verschieden weit davon, schneidet. Auch von dieser Form sind, je nach dem Werthe von m und von n, verschiedene Arten möglich, aber auch hier sind an den wirklich vorkommenden Formen der Art m und n stets Zahlen, die unter sich und zu 1 in einem einfachen Verhältniß stehen.

Die Formen mOn müssen durch 48 Flächen begrenzt sein. Von jedem Arenende aus kann man nämlich nach jedem der 4 anstoßenden Oktanten 2 Flächen in der durch die Formel angedeuteten Richtung legen (z. B. von dem Arenende vorn nach dem Oktanten oben vorn rechts eine Fläche, die von dem einfachen Abstande auf der Are vorn nach dem $m$fachen Abstande auf der Are rechts und nach dem $n$fachen Abstande auf der Are oben hingeht, und eine zweite, die von dem einfachen Abstande auf der Are vorn nach dem $n$fachen Abstande auf der Are rechts und nach dem $m$fachen Abstande auf der Are oben hingeht), d. h. 8 im Ganzen, und an die 6 Arenenden legen sich also $6 \times 8 = 48$ Flächen an.

Als Beispiel für die nähere Erkenntniß und die Zeichnung solcher Formen diene die Construction der Form $3O3/2$ ($a : 3/2\,a : 3a$).

Man markirt auf einem Arenkreuz einfache, anderthalbfache und dreifache Abstände, die wir dem Vorhergehenden (§. 69. 73. 76.) entsprechend mit o, $3/2\,o$, $3o$ u. s. w. bezeichnen. Fig. 22. giebt von diesem Arenkreuz wieder nur die Arenarme nach oben, vorn und rechts.

Digitized by Google

Eine Fläche geht von o in der Richtung nach $\frac{3}{2}v$ und $3r$, sie bildet mit der Fläche $o:\frac{3}{2}v:3l$ in dem (in Fig. 22. nicht gezeichneten) Oktanten oben vorn links eine Kante in der Richtung $o:\frac{3}{2}v$.

Diese Fläche $o:\frac{3}{2}v:3r$ schneidet sich ferner mit einer Fläche $o:3v:\frac{3}{2}r$ in einer Richtung oa, die nämlich durch o und den Kreuzungspunkt der Richtungen $\frac{3}{2}v:3r$ und $3v:\frac{3}{2}r$ geht.

Diese Fläche $o:\frac{3}{2}v:3r$ schneidet sich endlich mit einer Fläche $v:\frac{3}{2}o:3r$ in der Richtung $b:3r$, wo b der Kreuzungspunkt der Richtungen $o:\frac{3}{2}v$ und $v:\frac{3}{2}o$ ist.

Auf diese Art ist die Begrenzung Einer Fläche, d. h. welche Kanten sie bildet, gefunden. Führt man diese Construction für alle anderen Flächen aus (in den Oktanten vorn oben rechts kommen außer der eben gezeichneten $o:\frac{3}{2}v:3r$ noch fünf andere zu liegen), so erhält man als Endresultat eine Gestalt $3O\frac{3}{2}$, wie sie Fig. 98. (Mod. 12) darstellt.

§. 80. Alle solche Formen nennt man

Herakisoktaëder (Sechsmal-Acht-Flächner),

auch Achtundvierzig-Flächner, Tetrakontaoktaëder, Adamantoide u. a. — Außer dem Fig. 98. (Mod. 12) dargestellten Herakisoktaëder $3O\frac{3}{2}$ kommen noch mehrere andere vor, $4O\frac{4}{3}$, $2O4$ u. a. — Fig. 354. zeigt $2O4$.

Die Herakisoktaëder sind von 48 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt; die ebenen Winkel derselben sind (vrgl. Fig. 98.)

bei	A	B	C
$3O\frac{3}{2}$	36°49′	56°15′	86°56′
$2O4$	39°48′	54°22′	85°50′.

Sie haben 26 Ecken, von dreierlei Art: 6 achtflächige, symmetrische, oktaëdrische Ecken A, durch welche die Axen hindurchgehen; 8 sechsflächige, symmetrische, heraëdrische Ecken B; 12 vierflächige, symmetrische Ecken C, welche liegen wie die Ecken des Mittelkrystalls.

Sie haben 72 Kanten, gleichfalls von dreierlei Art: 24 Kanten AC, welche die oktaëdrischen mit den vierflächigen Ecken verbinden und der Lage nach den Kanten AC an den Ikositetraëdern (Fig. 86. und 87.) entsprechen; 24 Kanten BC, welche die heraë-

Digitized by Google

drischen mit den vierflächigen Ecken verbinden und der Lage nach den Kanten *BC* der Ikositetraëder entsprechen; 24 Kanten *AB*, welche die oktaëdrischen mit den heraëdrischen Ecken verbinden und der Lage nach den Kanten *AB* der Triakisoktaëder (Fig. 94.) entsprechen.

Die Herakisoktaëderflächen sind zu einander geneigt:

bei	in den Kanten *AC*	*BC*	*AB*
$3O\frac{3}{2}$	149°	158°13′	158°13′
2O4	154°47′	144° 3′	162°15′.

Die Herakisoktaëder zeigen sich an künstlichen Krystallen äußerst selten, und dann nur sehr untergeordnet; so tritt eins derselben manchmal an Alaun auf, der aus salzsäurehaltiger Lösung krystallisirt war, und an welchem fast alle einfachen holoëdrischen Formen des regulären Systems beobachtet worden sind. In dem Mineralreich findet sich ein Herakisoktaëder selbstständig bei dem Diamant, wo aber die Krümmung der Flächen nähere Bestimmung verhinderte; 2O4 manchmal sehr vorwaltend am Flußspath, $3O\frac{3}{2}$ am Granat.

§. 81. Von den

Combinationen der Herakisoktaëder

wollen wir hier nur einige der wichtigeren namentlich hervorheben.

An dem vorherrschenden Oktaëder bildet ein Herakisoktaëder achtflächige Zuspitzungen der Oktaëderecken. Fig. 99. zeigt die Combination $O.3O\frac{3}{2}$; dieser ähnlich ist das Auftreten der Herakisoktaëderflächen am Alaun, wo indeß die Beschaffenheit dieser Flächen eine genauere Bestimmung des Herakisoktaëders bisher nicht zuließ; die Combinationskanten zwischen mOn und O gehen hier den Höhenlinien der Oktaëderflächen (§. 75.) parallel.

Der Flußspath zeigt manchmal bei vorherrschendem Würfel das Herakisoktaëder 2O4; die Flächen desselben bilden dann sechsflächige Zuspitzungen der Würfelecken (Fig. 100.). Selten herrscht in dieser Combination das Herakisoktaëder vor, so daß die vierflächigen Ecken desselben und Stücke der Kanten *CA* (Fig. 98.) sichtbar sind; das Ansehen ist dann das des Herakisoktaëders 2O4 (Fig. 354.), wenn man sich die oktaëdrischen Ecken desselben stark abgestumpft denkt. — Auch andere Herakisoktaëder kommen, aber

Digitized by Google

ſelten und ſehr untergeordnet, in dieſer Combination an dem Flußſpath vor.

An der Combination ∞O. 202 (Fig. 85.) treten bei dem Granat manchmal Flächen von Herakisoktaëdern, $3O\frac{3}{2}$ oder $4O\frac{4}{3}$, auf, und ſtumpfen die Combinationskanten zwiſchen dem Dodekaëder und dem Ikoſitetraëder 202 ab.

§. 82. Die Formel des Herakisoktaëders mOn läßt ſich als die allgemeine Formel für alle holoëdriſchen Geſtalten des regulären Syſtems betrachten, alle Formeln für die anderen Geſtalten als ſpecielle Fälle derſelben. So wird für $m=n$ dieſe Formel zu mOm, dem Zeichen der Ikoſitetraëder, ſo für $m=n=1$ zu O, dem Zeichen des Oktaëders.

Tafel XVII. (Fig. 352. — 358.) giebt die 7 einfachen holoëdriſchen Formen des regulären Syſtems (daß andere als dieſe, im Vorhergehenden beſprochenen, nicht exiſtiren können, wurde §. 59. gezeigt) in ein Schema zuſammengeſtellt, welches die Verhältniſſe der Formen zu einander, ihre Uebergänge in einander, anſchaulich macht. Den Mittelpunkt dieſes Schema's nimmt die allgemeinſte Form, mOn, ein; je nachdem m und n beſondere Werthe erhalten, entſtehen daraus die anderen Formen, z. B. für den Fall, daß $n=1$, das Triakisoktaëder mO, für den Fall, daß außerdem $m=\infty$, das Dodekaëder ∞O. Die Eckpunkte des Dreiecks, in welches ſich die ſechs anderen Formen ſtellen laſſen, nehmen diejenigen ein, welche einzig in ihrer Art ſind (vergl. §. 68.): Oktaëder, Würfel, Dodekaëder. In die Mitten der Seiten des Dreiecks kommen diejenigen einfachen Formen, welche verſchiedenen Habitus haben können und die Uebergänge zwiſchen den genannten drei einzelnen Formen bilden. Dieſe Uebergänge wurden §. 70., 74. und 77. beſprochen; der Anfänger wird wohl thun, ſie mit Betrachtung des Schema's durchzugehen und zu ſuchen, welche Flächen in eine Ebene, welche Kanten in eine gerade Linie zuſammenfallen, wenn die Formen mOm, mO, $mO\infty$ in eine der einzelnen Formen übergehen, oder wenn das Herakisoktaëder mOn in eine der ſechs anderen Formen übergeht (wenn in dem letzteren z. B. $m=n=\infty$, oder $m=\infty$ u. ſ. f. wird).

Digitized by Google

Unvollkommenheiten der wirklichen Krystalle. Verzerrungen derselben.

§. 83. Es ist von dem größten Nutzen für den Anfänger, die durch das Vorhergehende gewonnene Erkenntniß bestimmter einfacher Formen und ihrer Combinationen sofort praktisch anwenden zu lernen, d. h. sich in der Bestimmung wirklicher Krystalle, welche diese Formen zeigen, zu üben. Zu solchen Uebungen eignet sich für den Chemiker vorzüglich der gewöhnliche (Thonerde-Kali-) Alaun, den man aus neutraler Lösung, aus mit Salzsäure versetzter, und aus mit Aetzkali versetzter Lösung krystallisiren lasse, sodann der Chromalaun, das salpetersaure Bleioxyd (an welchem indeß manchmal Flächen vorkommen, die im Vorhergehenden noch nicht erklärt sind), und ähnliche leicht zu habende unter den Substanzen, welche am Ende dieses Abschnitts (§. 122. — 136.) als in den bisher besprochenen Formen krystallisirend aufgeführt werden.

Man wird bei solchen Uebungen sogleich sehen, daß die natürlichen Krystalle oft sehr abweichend von der sogenannten idealen Form sind, d. h. nicht in der Symmetrie und Vollständigkeit ausgebildet, wie dieses bisher immer bei der Beschreibung und Zeichnung, eben so wie bei den Modellen, vorausgesetzt wurde. Die natürlichen Krystalle sind oft unvollkommen, oft verzerrt ausgebildet.

Unvollkommen sind sie meistens schon in der Art ausgebildet, daß sie auf irgend einer Fläche aufgewachsen sind, und also an der Berührungsstelle mit der Unterlage in der freien Ausbildung gehindert wurden. Oft sieht man von einem Krystalle nur ein Stück, indem Alles, was von dem idealen Krystall nicht beobachtet wird, jenseits der Aufwachsungsfläche liegen müßte. So sieht man oft von Oktaëdern nur Stücke, z. B. an dem Oktaëder Figur 103. nur die Fläche oben vorn rechts vollständig ausgebildet, die anderen aber unvollkommen, weil der Krystall mit der Fläche *a b c d e f* aufgewachsen ist und so Alles an ihm fehlt, was an an dem idealen Krystalle unterhalb dieser Fläche ist. So krystallisirt das salpetersaure Bleioxyd häufig in Formen, die ein Stück des Mittelkrystalls zwischen Oktaëder und Würfel (Fig. 75.) darstel-

Digitized by Google

len; Fig. 101. zeigt in den stärker ausgezogenen Linien, welche Kanten des Krystalls in Wirklichkeit zu sehen sind; mit der Fläche *abcdef* ist er aufgewachsen, und Alles, was an dem idealen Krystalle jenseits dieser Fläche liegt, fehlt an dem natürlichen.

Es ist in solchen Fällen oft von Wichtigkeit für die deutliche Beschreibung, anzugeben, parallel welcher Krystallfläche ein Krystallfragment aufgewachsen ist; die in den zwei vorhergehenden Beispielen beschriebenen Krystallfragmente erscheinen aufgewachsen mit einer Fläche, die einer Oktaëderfläche parallel ist.

§. 84. Aber auch wenn sich alle Flächen an einem Krystall vorfinden, erscheint er oft in sehr abweichender Gestalt von der idealen. Diese Verzerrungen, welche ein Krystall zeigt, lassen sich so von der idealen Form ableiten, daß man an dieser gewisse Flächen parallel mit sich selbst dem Mittelpunkte des Krystalls genähert oder von ihm entfernt denkt; man sagt dann, der Krystall sei in diesen Richtungen verkürzt oder verlängert.

So kommt der Würfel vor, verkürzt in der Richtung einer Are, als anscheinende quadratische Tafel; verlängert in der Richtung einer Are (ausgezeichnet bei dem Chlorkalium, dem Wismuth z. B.) als anscheinende quadratische Säule, ähnlich wie Figur 373. So kommt das Oktaëder vor, verlängert in der Richtung einer Kantenare, d. i. einer Linie, welche die Mittelpunkte zweier gegenüberliegenden Kanten verbindet, oder was dasselbe ist, verlängert in der Richtung zweier parallelen Oktaëderkanten; Fig. 102. zeigt in den schwächeren Linien die vorderen Kanten eines idealen, in den stärkeren die Gestalt eines so verzerrten Oktaëders, wie es am Chromalaun, am salpetersauren Baryt u. a. vorkommt; in dieser Figur findet die Verzerrung in der Richtung der Kanten von unten nach rechts und von links nach oben Statt; das Oktaëdereck vorn wird zu einer Kante *ab* verzerrt. Ein so verzerrtes Oktaëder scheint eine rhombische Säule zu sein, die an jedem Ende durch zwei dreieckige Flächen zugeschärft ist, welche auf den schärferen Kanten der rhombischen Säule gerade aufgesetzt sind (vergl. §. 268.).

So kommt das Rhombendodekaëder vor, verlängert in der Richtung einer Linie, welche zwei gegenüberliegende dreiflächige (heraëdrische) Ecken verbindet. In Fig. 124. ist das Dodekaëder

Digitized by Google

so gezeichnet, daß eine solche Linie senkrecht steht; man sieht hier leicht ein, wie ein in der Art verzerrtes Dodekaëder erscheint: als sechsseitige Säule, oben und unten durch drei Flächen zugespitzt, welche auf den abwechselnden Säulenkanten gerade aufgesetzt sind (über die Unterscheidung ähnlicher Formen vgl. §. 215.).

§. 85. Nach solchen Linien, welche zwei gegenüberstehende heraëdrische Ecken verbinden, kommen die regulären Krystalle sehr häufig verzerrt und verändert vor, so daß eine kürzere Benennung dieser Linien angemessen erscheint. Man nennt diese Linien heraëdrische Aren. Da jede Form des regulären Systems mit heraëdrischen Ecken acht dergleichen hat, so lassen sich also in jeden solchen Krystall 4 heraëdrische Aren legen. Ihre Lage zu einander und zu den bisher stets ausschließlich als Aren betrachteten Richtungen, welche wir jetzt als oktaëdrische unterscheiden wollen *), ergiebt sich aus Fig. 23., wo die schwächeren Linien einen Würfel andeuten, die stärker ausgezogenen die oktaëdrischen, die punktirten die heraëdrischen Aren. Jede heraëdrische Are liegt in der Mitte zwischen drei oktaëdrischen Aren, und ist gegen jede derselben unter einem Winkel von 54°44′ geneigt; je zwei benachbarte heraëdrische Aren schneiden sich unter einem Winkel von 70°32′.

An allen einfachen holoëdrischen Formen des regulären Systems, mit Ausnahme des Oktaëders, finden sich heraëdrische Ecken, und für alle diese Formen ist somit die Lage der heraëdrischen Aren leicht zu finden. Aber auch für das Oktaëder ist dies der Fall; die Mittelpunkte der Flächen desselben liegen nämlich, wie heraëdrische Ecken; bei dem Oktaëder hat man also unter heraëdrischen Aren Linien zu verstehen, welche die Mittelpunkte zweier entgegengesetzten Oktaëderflächen verbinden; jede heraëdrische Are steht senkrecht auf zwei Oktaëderflächen.

Es gewährt für manche Betrachtungen großen Vortheil, die Gestalten so gezeichnet betrachten zu können, daß nicht wie bisher eine oktaëdrische, sondern eine heraëdrische Are die senkrecht stehende ist. Fig. 114. zeigt ein Oktaëder, Fig. 116. ein Heraëder, Fig. 124. ein Rhombendodekaëder in dieser Stellung. Die

*) Wo bei Formen aus diesem Systeme von Aren ohne nähere Bezeichnung die Rede ist, sind immer die oktaëdrischen gemeint.

Digitized by Google

Zeichnung dieser Gestalten in dieser Stellung wird erst später bei dem Studium des heragonalen Systems deutlich werden.

§. 86. In der Richtung einer solchen heraëdrischen Axe ist nun das Oktaëder oft verkürzt; man kann sich diese Verkürzung vorstellen, als ob senkrecht auf diese heraëdrische Axe (parallel mit einer Oktaëderfläche) von beiden Seiten her Stücke von dem idealen Oktaëder abgeschnitten wären. Fig. 104. und 105. stellen ein solches in der Richtung einer heraëdrischen Axe verkürztes Oktaëder dar; Fig. 103. zeigt, durch welche Schnitte parallel mit der Oktaëderfläche oben rechts vorn aus dem idealen Oktaëder solche Gestalten wie Fig. 104. und 105. herausgebracht werden. Die verschiedenen Arten von Alaun geben für das Vorkommen dieser Gestalten häufige Beispiele.

Die Verzerrungen der verschiedenen einfachen Formen lassen sie also in sehr verschiedenem Grade von der idealen Gestalt abweichend erscheinen. Ist ein Würfel in der Richtung einer oktaëdrischen Axe verkürzt oder verlängert, d. h. erscheint er als quadratische Tafel oder Säule, so ist er doch immer noch durch sechs viereckige Flächen begrenzt. Ist aber z. B. ein Oktaëder in der Richtung einer heraëdrischen Axe verkürzt, so umschließen es nicht mehr wie bei der idealen Gestalt acht dreieckige Flächen, sondern sechs viereckige und zwei sechseckige (Fig. 104.).

Die Verzerrung jeder Form durch Verlängerung oder durch Verkürzung in einer bestimmten Richtung läßt sich immer betrachten als auf Verschiebung von Flächen parallel mit sich selbst beruhend. Aber die Lage der Flächen gegen einander, die Winkel, unter welchen sie zu einander geneigt sind, werden durch diese Verschiebung, also durch die Verzerrung, nicht geändert. Eine verzerrte Gestalt ist eine solche, bei welcher gleichnamige Flächen nicht sämmtlich gleichweit vom Mittelpunkte abstehen, was bei einer idealen Gestalt stets der Fall ist. Man kann sagen, daß bei einer idealen einfachen Gestalt die absolute Lage aller Flächen dieselbe ist, indem alle Flächen gleichweit vom Mittelpunkte abstehen und die Axen alle in demselben absoluten Abstande vom Mittelpunkte schneiden; bei einer verzerrten einfachen Gestalt ist nur die relative Lage der Flächen immer dieselbe, aber nicht die absolute; von den Flächen an Fig. 104. schneidet jede einzelne die drei Axen gleichweit vom Mittelpunkte, aber die ver-

Digitized by Google

größerten (sechseckigen) Oktaëderflächen gehen in einem geringeren Abstande vom Mittelpunkte durch die Axen, als die kleineren (viereckigen) Oktaëderflächen.

§. 87. Bei den verzerrten einfachen Formen muß man immer wohl unterscheiden zwischen den Kanten, welche eigentliche Kanten der idealen Form sind, und denjenigen Kanten, welche nur verzerrte Ecken sind. So ist die Kante *ab* in Fig. 102. ein verzerrtes Oktaëdereck; so sind die Kanten *ab*, *cd*, *ef* in Fig. 104. und Fig. 105. verzerrte Oktaëderecken, während die Kanten *bc*, *de*, *fa* wirkliche Oktaëderkanten sind. Die Unterscheidung ist wichtig, denn die ersteren Kanten (die verzerrten Oktaëderecken) werden durch Würfelflächen, die letzteren (die eigentlichen Oktaëderkanten) durch Dodekaëderflächen abgestumpft.

An einem so verzerrten Oktaëder erscheinen dann die Würfelflächen als rectanguläre längliche Vierecke, während sie an einer idealen Combination des Oktaëders mit dem Würfel als Quadrate erscheinen. So kann eine Combination verzerrt sein, indem die Grundform verzerrt ist, deren gleichnamige Stellen nun in gleicher Weise verändert werden. Aber eine Combination kann auch noch viel mehr verzerrt erscheinen, indem zwei verzerrte einfache Formen mit einander in Combination treten. So kann ein in der Richtung einer oktaëdrischen Axe verlängerter Würfel mit einem Oktaëder in Combination treten; ist letzteres auch sehr regelmäßig ausgebildet und haben auch beide Formen denselben Mittelpunkt, so wird doch eine verzerrte Combination entstehen, indem die Flächen des zur Säule verlängerten Würfels nur 4 Ecken des Oktaëders abstumpfen werden, 2 sich gegenüberliegende aber nicht. Ist auch das Oktaëder verzerrt, so kann die Combination noch unregelmäßiger ausgebildet erscheinen, und endlich noch können die sich combinirenden Formen über verschiedene Mittelpunkte construirt sein.

Wenn natürliche Krystalle, welche einfache Formen sind, verzerrt erscheinen, so läßt sich dieses also immer betrachten als auf ungleichem Abstande einzelner Flächen von dem Mittelpunkte beruhend. Die Verzerrung solcher Krystalle, welche Combinationen sind, läßt sich in derselben Weise betrachten, nur kann sie in mancherlei Art ausgesprochen sein: 1) in einer Verzerrung der Grundform und einer schon dadurch bedingten Veränderung

Digitized by Google

der Geſtalt der Abänderungsflächen (verzerrtes Oktaëder mit rectangulären Würfelflächen, die an der idealen Combination als Quadrate erſcheinen); 2) in ſehr verſchieden ſtarkem Auftreten gleichnamiger Abänderungsflächen an gleichnamigen Theilen der Grundform (an demſelben Kryſtall von Alaun findet man einige Oktaëdercken ſtark abgeſtumpft, andere ſehr ſchwach); 3) in nur theilweiſem Auftreten von Abänderungsflächen (an einem oktaëdriſchen Alaunkryſtall ſieht man oft eine oder einige Kanten durch Dodekaëderflächen abgeſtumpft, andere nicht).

Es iſt nicht genug anzurathen, daß ein Anfänger ſich an dem Beſtimmen ſolcher verzerrter Formen (und alle in der Natur vorkommenden Kryſtalle ſind mehr oder weniger verzerrt) ſo viel als möglich übe. Es läßt ſich keine Anleitung dazu geben, an jeder Form jede Fläche richtig zu beſtimmen, ſondern durch Uebung muß die Anwendung der theoretiſchen Kenntniß erlernt werden. Das hauptſächlichſte Hülfsmittel bei der Beſtimmung giebt die Berückſichtigung ab, welchen Kanten oder Linien der Grundform beſtimmte Combinationskanten parallel laufen; in dem Vorhergehenden iſt, wo dies nöthig war, bei den Combinationen dieſe Lage der Combinationskanten angegeben.

Die Mannichfaltigkeit des Anſehens, mit welchem eine Combination derſelben Geſtalten, je nach dem Vorherrſchen einer oder der anderen Form oder je nach der Art der Verzerrung, ſich zeigen kann, macht es unthunlich, ſie in allen ihren verſchiedenen Arten des Ausſehens zu beſchreiben. Nur wenige Beiſpiele von auffallenderen Verzerrungen mögen deshalb hier angeführt werden, und zwar ſolche, die ſich leicht darſtellen laſſen.

§. 88. Chromalaun kryſtalliſirt häufig in Fragmenten eines Oktaëders, wie Fig. 105. zeigt, mit der Fläche *abcdef* aufgewachſen; oben iſt dann eine (in der Figur nach unten gedrehte) Oktaëderfläche dreieckig und vollſtändig ausgebildet.

Legt man dieſen Kryſtall in ein wenig Waſſer, ſo daß er mit der dreieckigen größeren Oktaëderfläche auf dem Boden des Gefäßes aufliegt, ſo wird er oben am ſtärkſten angegriffen, und die Kanten *ab*, *bc*, *cd*, *de*, *ef*, *fa* durch Auflöſung weggenommen. Verdunſtet dann die Flüſſigkeit, ſo bilden ſich hier wieder ſcharf begrenzte Flächen aus; der Kryſtall nimmt die Form Fig.

Digitized by Google

106. an, wo die drei (bei der angegebenen Lage des Krystalls im Gefäß) nach oben stehenden zu Kanten verzerrten Oktaëdereken (in der vorhergehenden Figur sind sie mit *ab*, *cd*, *ef* bezeichnet) durch Würfelflächen ersetzt sind, die sich meist in einem Punkte berühren. Noch häufiger treten auch Dodekaëderflächen auf, welche dann die drei Ecken, worin zwei Würfelflächen mit zwei Oktaëderflächen zusammenstoßen, abstumpfen und als rechtwinklige Vierecke erscheinen (Fig. 107.). Der Anfänger vergleiche diese verzerrten Formen mit den idealen Gestalten dieser Combinationen; Fig. 106. mit 75., 107. mit 83.

In anderer Weise verzerrt erscheint der Chromalaun manchmal durch das Vorherrschen von 4, in Einer Zone (§. 50.) liegenden, Dodekaëderflächen. Das Oktaëder ist alsdann an 4 seiner Kanten abgestumpft durch 4 Dodekaëderflächen (Fig. 108.; sie zeigt nur die vorderen Kanten), welche vorherrschen, indeß selten ganz gleich stark ausgebildet sind. Diese 4 Flächen geben dem Krystall den Habitus einer oben und unten vierflächig zugespitzten quadratischen Säule; um die Verzerrung deutlich einzusehen, hat man sich zu erinnern, daß die senkrechte Kante vorn, welche durch die zwei in der Figur sichtbaren Dodekaëderflächen gebildet wird, nur ein verzerrtes oktaëdrisches Eck des Dodekaëders ist (eine solche Kante entsteht nämlich, wenn man sich in Fig. 80. die zwei von links und von rechts nach vorn gehenden Dodekaëderflächen wachsend denkt); ein so verzerrtes oktaëdrisches Eck wird dann oft noch, wie in Fig. 108., durch eine Würfelfläche abgestumpft.

Es sind hauptsächlich solche Verzerrungen, welche zu Verwechselungen von Krystallformen und zu falschen Angaben darüber Anlaß geben. In dem Vorhergehenden wurde bereits auf die am leichtesten vorkommenden Verwechselungen der bisher besprochenen Krystallformen verwiesen; die Erörterung derselben wird vorzugsweise die Vergleichung anderer Gestalten mit solchen Verzerrungen zum Gegenstande haben.

Zusammenwachsungen einzelner Krystalle. Streifung.

§. 89. Sehr häufig beobachtet man an krystallisirten Substanzen nicht einzelne Krystalle ausschließlich, sondern Aggregate

Digitized by Google

von Krystallen, Zusammenwachsungen derselben. Solche Zusammenwachsungen können regelmäßiger und unregelmäßiger Art sein.

In Beziehung auf letztere läßt sich nichts Bestimmtes angeben, da zwei Krystalle in jeder Richtung unregelmäßig mit einander verwachsen sein können (die Masse des einen durch die des anderen in der freien Begrenzung gehindert wird und nun diese umschließt). Am Boden eines mit krystallisirender Alaunlösung gefüllten Gefäßes liegt z. B. ein Alaunkrystall; an der Oberfläche der Flüssigkeit bildet sich ein kleinerer, zuerst schwimmender, Krystall aus, der allmälig so groß und schwer wird, daß er in der Flüssigkeit herabsinkt. Es ist jetzt ganz zufällig, in welcher Richtung er auf den unteren Krystall zu liegen kommt, und in welcher Richtung er mit ihm verwächst; es findet so eine unregelmäßige Verwachsung statt.

Andererseits findet man oft (regelmäßig oder verzerrt ausgebildete) Krystalle regelmäßig zusammengewachsen. So beobachtet man am Alaun nicht selten Aggregate von Krystallen wie Fig. 109. oder noch häufiger wie Fig. 110., welche Verwachsung in der mannichfaltigsten Art abgeändert sein kann. Hier sind mehrere Oktaëder in paralleler Stellung verwachsen.

§. 90. Chlornatrium krystallisirt häufig in der Art, daß vier zu Säulen verzerrte Würfel (oder vier solche Aggregate von Würfeln, daß jedes eine Säule darstellt) sich an einander legen und eine Art viereckigen Rahmen, der inwendig leer ist, bilden, Fig. 111. a. Solche Aggregate krystallisiren dann meist weiter so zusammen, daß sich auf einen größeren Rahmen successive kleinere aufsetzen; es entsteht eine hohle viereckige Pyramide, Fig. 111. b., die nur durch Würfel gebildet ist, und sehr verschieden spitz oder stumpf zulaufen kann; umgedreht zeigt sie die sogenannte Trichterform, Fig. 111. c.

Mit solchen Pyramiden, welche durch Aggregation von Würfeln entstehen, darf man nicht die verwechseln, welche durch Zusammenhäufung von Oktaëdern gebildet werden. Fig. 112. a. stellt die äußersten Umrisse einer Pyramide der letzteren Art dar, welche auch mehr oder weniger spitz sein kann und deren Entstehung sich durch Erinnerung an Fig. 109. leicht erklärt; die in Fig. 112. a. glatt gezeichneten Flächen sind indeß in Wirklichkeit stets

Digitized by Google

durch Oktaëderkanten, die sich überall unter Bildung gleichseitiger Dreiecke schneiden, uneben gemacht. Eine solche durch Aggregation von Oktaëdern entstandene Pyramide wird von einer aus Würfeln bestehenden leicht in der Art unterschieden, daß man die Basis der Pyramide horizontal stellt, und die sägenförmig eingezackten Kanten betrachtet; bei der aus Würfeln entstandenen wird jede Einzackung durch eine senkrechte und durch eine wagerechte Linie begrenzt; die Einzackungen der aus Oktaedern gebildeten Pyramiden sind auch rechtwinklig, aber jeder Schenkel des rechten Winkels ist hier gegen den Horizont schief geneigt.

Solche aus Oktaëdern zusammengesetzte Pyramiden, wie Fig. 112. **a**. eine nach den äußersten Umrissen darstellt, zeigt z. B. das Natrium, wenn es geschmolzen, theilweise erkalten gelassen, und das noch Flüssige abgegossen wird. — Aehnliche Gestalten, aber Pyramiden viel spitzerer Art darstellend, findet man zuweilen am Eisen, in Höhlungen von größeren gegossenen Massen, wie Walzen u. a. Da sind von einem Punkte aus nach drei auf einander senkrecht stehenden Richtungen (den drei oktaedrischen Axen des regulären Systems entsprechend) eine Menge kleiner oktaëdrischer Krystalle zu Nadeln vereinigt; von einzelnen Punkten der Nadeln selbst gehen dann gleichfalls solche Auswüchse, aber kleiner, in der Richtung der drei Axen vor sich. Auch am Kupfer sind solche Aggregate manchmal sehr deutlich wahrnehmbar.

Wenn eine reine wässerige Lösung von Salmiak verdunstet, so zeigen sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit kreuzförmige Aggregate von Salmiakkrystallen, ähnlich Fig. 52. **a**. Es bildet sich nämlich zuerst ein kleines Oktaëder; in der Richtung von zwei Axen desselben, welche in der Horizontalebene der Oberfläche der Flüssigkeit liegen, setzen sich viele kleine Oktaëder in paralleler Stellung an, und bringen die Form Fig. 52. **a**. hervor. Von einzelnen dieser Oktaëder aus können sich neue Krystallaggregate erstrecken, welche dann netzförmige Formen bilden wie Fig. 52. **b**. und **c**. Ein solches Netzwerk von Krystallen schwimmt auf der Oberfläche der Flüssigkeit, aber auch in der Richtung der verticalen Oktaëderaxen können sich wiederum Krystalle ansetzen, und die Flüssigkeit mit einem Skelett zusammenhängender kleiner

Digitized by Google

Kryſtalle durchziehen. Die Aggregate Fig. 52. ſind charakteriſtiſch für die Syſteme, bei welchen in einer Ebene zwei gleichartige Axen liegen; ſie unterſcheiden ſich weſentlich von Formen, wie Fig. 51., die einem Syſteme angehören, bei welchem in einer Ebene drei gleichartige Axen liegen (vergl. §. 237.).

Trichterförmige Vertiefungen zeigen ſich nicht bloß an der oben beſchriebenen Form, Fig. 111., ſondern auch maſſive Würfel können auf den Flächen ſolche Vertiefungen zeigen, indem ſich nach den Seiten der Flächen hin noch verzerrte Würfel aufſetzen. Aehnlich entſtehen trichterförmige Vertiefungen an Oktaedern, wie 112. b. dies für eine Fläche deutlich machen ſoll; ſo an Platinchlorid-Chlorkalium, an arſeniger Säure, die durch Sublimation im kryſtalliſirten Zuſtande erhalten iſt u. a.

§. 91. Wenn die einſpringenden Winkel, welche durch die Aggregation von Kryſtallen in paralleler Stellung hervorgebracht werden, nicht tief einſpringen, ſo können ſie oft nur als Streifung erſcheinen. Denkt man ſich z. B. in Fig. 109. die Zahl der Oktaëder, welche zwiſchen den beiden vorherrſchenden gewiſſermaßen eingeſchaltet ſind, ſtark vergrößert, ſie ſelbſt aber einander ſehr nahe gerückt und nur wenig vorſpringend, ſo wird eine Reihe ſolcher über einander liegender einwärts und auswärts gehender Oktaëderflächen den Eindruck Einer Fläche hervorbringen. Der Kryſtall, Fig. 109., wird dann das Ausſehen haben, wie ein Oktaëder, deſſen 4 horizontale Kanten ſo ſtark abgeſtumpft ſind, daß die 4 Abſtumpfungsflächen als Säule erſcheinen; dieſe anſcheinenden Säulenflächen ſind dann horizontal geſtreift; die horizontale Streifung erinnert an die Entſtehung einer ſolchen Fläche aus einer Reihenfolge von Oktaëderkanten.

Bei ſehr vielen Kryſtallen nimmt man ſolche Streifung wahr, und ſie erinnert dann an eine Art Structur des ganzen Kryſtalls, an die Art und Weiſe, wie man ſich ihn aus Kryſtallen zuſammengeſetzt denken kann. — Um einen Würfel kann man ſich rund herum wieder Würfel angelegt denken, ſo daß ein größerer Würfel entſteht; ſind die Würfel, welche ſchalenförmig den Kern umgeben, die Combination $\infty O \infty . 3O\infty$ (Fig. 96.), ſo entſteht zwiſchen je zwei ſich aneinander legenden Würfeln ein einſpringender Winkel; das Aggregat der Würfel, welches ſelbſt würfelförmig erſcheint, iſt dann auf ſeinen

Digitized by Google

Flächen parallel mit den Kanten gestreift; die Streifungslinien zeigen sich besonders deutlich da, wo sie sich kreuzen, so daß die Diagonalen der Würfelflächen stärker gezeichnet sichtbar sind; Fig. 113. a. An dem Flußspath zeigt sich dies oft sehr deutlich.

Diese Richtungen, in welchen die verschiedenen Schichten zusammenstoßen, aus welchen man einen größeren Krystall zusammengefügt betrachten kann, treten oft noch in anderer Weise deutlich hervor. So an dem Chlornatrium, welches in Würfeln krystallisirt und wo ein Krystall als aus einer Menge kleiner Würfel zusammengesetzt sich ansehen läßt; jene Richtungen zeigen sich oft als durchsichtige Linien, während der Krystall sonst matt ist, wie es Fig. 113. b. für Eine Fläche des Würfels darstellt.

Aehnliches zeigt sich oft bei dem Alaun, wo die Streifung der Flächen parallel den Kanten des Oktaëders auf Zusammenhäufung von Oktaëdern hinweist; eine Bruchfläche, die ungefähr in der Richtung einer Würfelfläche geht, also eine Art viereckiger Basis darstellt, auf welcher ein Eck des Oktaëders mit seinen vier Kanten als Pyramide aufsteht, zeigt gleichfalls häufig die Richtungen, in welchen die verschiedenen Schichten der zusammensetzenden Oktaëder zusammenstoßen, als helle, durchsichtige Streifen, welche von einer Oktaëderkante zu der gegenüberstehenden ziehen, also als helle Diagonalen jener viereckigen Basis, die im übrigen matter aussieht.

Zwillingskrystalle der holoëdrischen Formen.

§. 92. Die regelmäßige Zusammenwachsung findet nicht allein in der Art statt, daß mehrere Krystalle in paralleler Stellung zusammenwachsen, sondern auch bei dem Zusammenwachsen mehrerer Krystalle in nicht paralleler Stellung kann große Regelmäßigkeit stattfinden; solche regelmäßige Zusammensetzungen zweier Krystalle in nicht paralleler Stellung nennt man Zwillingskrystalle.

Die Zwillingskrystalle unterscheidet man als solche mit parallelen und mit nicht parallelen Axensystemen; über den Unterschied beider und die Eigenthümlichkeit der ersteren wird besser erst später (§. 121.) gehandelt. Die

Digitized by Google

Zwillingskrystalle jeder dieser Arten können ferner Berührungszwillinge oder Durchkreuzungszwillinge sein.

Betrachten wir zuerst die Zwillingskrystalle mit nicht parallelen Axensystemen, welche Berührungszwillinge sind; es sind hier immer zwei Krystalle so verwachsen, daß sie eine (an den Krystallen selbst vorkommende oder doch mögliche) Fläche gemeinsam haben, daß aber der eine Krystall gegen den anderen um 180° gedreht erscheint, und zwar um eine Linie als Axe gedreht, welche rechtwinklig auf jener gemeinsamen Fläche steht. Diese gemeinsame Fläche wird Zwillingsfläche (auch Zwillingsäquator oder Verbindungs- oder Zusammensetzungsfläche) genannt, die darauf rechtwinklige Umdrehungslinie Zwillingsaxe.

Die zwei Krystalle, welche so in verdrehter Stellung zusammengewachsen erscheinen, sind meistens nicht vollständig ausgebildet, sondern nur Fragmente eines idealen Krystalls; sehr häufig ist jeder nur die Hälfte eines ganz vollkommen ausgebildeten Krystalls, und dann wird der Zwillingskrystall als Hemitropie unterschieden; er erscheint dann in der Art, als ob ein vollkommen ausgebildeter Krystall parallel einer bestimmten Fläche in der Mitte durchschnitten, und die eine Hälfte gegen die andere um 180° gedreht worden sei.

§. 93. Solche Zwillingsbildungen kommen in dem regulären Systeme in der Art vor, daß die Zwillingsebene einer Oktaëderfläche parallel, die Zwillingsaxe aber eine Linie ist, die auf einer solchen Fläche rechtwinklig steht, also eine heraëdrische Axe.

So finden sich manchmal an dem salpetersauren Bleioxyd und dem Alaun, in dem Mineralreich häufig an dem Magneteisenstein, dem Spinell u. a., zwei Oktaëderfragmente, von denen jedes die Hälfte eines vollkommenen Oktaëders ist, in dieser Art verwachsen. Fig. 114. zeigt uns ein Oktaëder so gestellt, daß eine heraëdrische Axe in der Richtung von oben nach unten steht, Fig. 119. ein eben solches in der gewöhnlichen Stellung (so daß eine oktaëdrische Axe senkrecht steht); in beiden Figuren ist durch die punktirten Linien ein Schnitt angedeutet, welcher einer Oktaëderfläche parallel (also rechtwinklig auf eine heraëdrische Axe, in Fig. 114. rechtwinklig auf die von oben nach unten, in Fig. 119. rechtwinklig auf die von der Fläche

Digitized by Google

oben vorn links nach der unten hinten rechts gehende) das Oktaëder halbirt. Denkt man sich dann die obere Hälfte dieser Oktaëder um 180° gedreht, so entsteht ein Zwillingskrystall, wie ihn Fig. 115. und 120. in den angegebenen zwei Stellungen zeigen.

§. 94. Nach demselben Gesetz bildet der Würfel Berührungszwillinge, die sich auch als Hemitropien bezeichnen lassen. Fig. 116. stellt einen Würfel mit senkrecht gestellter heraëdrischer, Fig. 121. einen mit senkrecht gestellter oktaëdrischer Axe dar; halbirende Durchschnitte, die einer Oktaëderfläche parallel gehen, sind in beiden Figuren angedeutet; ist die untere Hälfte des Würfels in Fig. 116. oder die Hälfte des Würfels Fig. 121., in welcher der untere Theil der heraëdrischen, von dem Eck oben vorn rechts nach dem Eck unten hinten links gehenden Axe liegt, um 180° gegen die andere gedreht, so entsteht ein Berührungszwilling, wie Fig. 117. und Fig. 122. in den angegebenen zwei Stellungen zeigen. Er findet sich manchmal an dem gediegenen Silber.

§. 95. An dem Kupfer kommt eine Zwillingsbildung derselben Art vor, die durch ein Tetrakisheraëder $2O\infty$ hervorgebracht wird. Fig. 118. zeigt dieses, mit dem Schnitt, welcher einer Oktaëderfläche parallel und rechtwinklig auf eine heraedrische, von dem heraëdrischen Eck oben vorn rechts nach dem unten hinten links gehende Axe es halbirt; Fig. 123. die durch Umdrehung der unteren Hälfte um 180° entstehende Hemitropie.

§. 96. Die eben besprochenen Zwillinge verrathen sich leicht als solche durch die einspringenden Winkel. Aber es können auch Zwillingsbildungen existiren, denen diese Eigenthümlichkeit mangelt. Dies ist einmal möglich, indem die zwei Krystallfragmente, die den Zwilling zusammensetzen, kleiner sind, als die Hälfte des idealen Krystalls. Sind z. B. die zwei Würfelfragmente, die sich zu der Hemitropie Fig. 117. vereinigen, nicht Würfelhälften, sondern nur Würfelecken, von denen das obere bis *a*, *b*, *c*, das untere bis *d*, *e*, *f* vorhanden ist, so wird bei der hemitropischen Vereinigung solcher zwei Fragmente *a* auf *d*, *b* auf *e*, *c* auf *f* kommen, es wird eine doppelte dreiseitige Pyramide, ohne einspringende Winkel, entstehen, wie sie sich auch bei dem Silber findet.

Digitized by Google

§. 97. In ähnlicher Weise erscheint die Hemitropie des Tetrakisheraëders $2O\infty$, Fig. 123., manchmal an dem Kupfer als doppelte sechsseitige Pyramide, indem den zwei sich zusammensetzenden Krystallfragmenten die Theile fehlen, welche in Fig. 123. die einspringenden Winkel bilden. Bei dem Tetrakisheraëder $2O\infty$ sind die Flächen in den sechs Kanten, die in einem heraëdrischen Eck zusammenstoßen, unter demselben Winkel geneigt (vergl. §. 77.). Die doppelte sechsseitige Pyramide, die auf die angegebene Weise daraus hemitropisch entsteht, erscheint also als eine, deren Basis ein reguläres Sechseck ist. Bei dem Kupfer gab diese Zwillingsbildung Anlaß, daß man einzelne Krystalle desselben als nicht dem regulären, sondern dem heragonalen Systeme angehörig betrachtete.

§. 98. Aber auch wenn beide Krystallfragmente, die den Zwilling zusammensetzen, genau Hälften eines vollkommenen Krystalls sind, können Zwillinge ohne einspringende Kanten entstehen. So bei einer Zwillingsbildung des Rhombendodekaëders, die bei der Zinkblende häufig vorkommt. Fig. 124. zeigt das Dodekaëder mit senkrechter heraëdrischer, Fig. 129. mit senkrechter oktaëdrischer Are; in beiden Figuren ist ein den Krystall halbirender Schnitt angedeutet, welcher einer Oktaëderfläche parallel und rechtwinklig auf eine heraëdrische Are (in Fig. 124. auf die senkrechte, in Fig. 129. auf die durch die Heraëderecken oben rechts vorn und unten links hinten gehende) ist. Denkt man sich die untere Hälfte des Dodekaëders um diese Are um 180° gedreht, so entsteht ein Zwilling, Fig. 125. und Fig. 130., der das Ansehen einer regulär sechsseitigen Säule hat, die nach oben und nach unten durch drei rhombische Flächen zugespitzt ist, und wo je zwei Zuspitzungsflächen, eine obere und eine untere, auf Eine Säulenkante aufgesetzt sind.

§. 99. Diese Zwillingsbildungen, Fig. 115. und 120., 117. und 122., 118. und 123., 125. und 130., wären also zu bezeichnen als Berührungszwillinge des Oktaëders, Würfels, Tetrakisheraëders, Dodekaëders, wo die Zwillingsfläche einer Oktaëderfläche parallel, und die Zwillingsare eine heraëdrische Are ist.

An den Berührungszwillingen erstreckt sich jedes Krystallfragment nur bis zu der Zwillingsfläche; erstrecken sich die ein-

Digitized by Google

fachen Krystalle, welche einen Zwilling bilden, über diese Fläche hinaus, so entstehen die Durchkreuzungszwillinge. In dem regulären System kommen besonders häufig solche Durchkreuzungszwillinge des Würfels vor, wie sie Fig. 126., 127., 128. in der Stellung mit einer heraëdrischen Axe von oben nach unten, Fig. 131., 132., 133. in der Stellung mit einer oktaëdrischen Axe von oben nach unten zeigen. Die größte Regelmäßigkeit stellen Fig. 126. und 131. dar: zwei gleich große Würfel, welche eine heraëdrische Axe gemeinsam haben, und wo der eine Würfel gegen den anderen um 180° gedreht erscheint; an dem Salmiak, wenn er aus harnstoffhaltiger Lösung krystallisirt ist, beobachtet man manchmal Zwillinge, die diesen Zeichnungen an Regelmäßigkeit wenig nachstehen. Häufiger zeigt sich diese Zwillingsbildung etwas verzerrt, sei es dadurch, daß die zwei sich durchkreuzenden Würfel nicht wirklich eine heraëdrische Axe ganz gemeinschaftlich haben, sondern daß der eine Würfel aus der idealen Stellung (Fig. 126. und 131.) so weggerückt ist, daß seine eine heraëdrische Axe immer noch der einen heraëdrischen Axe des anderen Würfels parallel steht (Fig. 127. und 132.); oder sei es dadurch, daß die zwei Würfel zwar Eine heraëdrische Axe ganz gemeinsam haben, der eine aber kleiner als der andere ist; in diesem letzteren Falle liegen zwei Ecken des kleineren Würfels ganz in der Masse des größeren, die sechs anderen Ecken erscheinen als dreiseitige Ecken, die auf den sechs Flächen des größeren Würfels herausragen (Fig. 128. und 133.). Beide verzerrende Umstände treten häufig gleichzeitig auf; Beispiele dafür findet man außer an dem Salmiak auch an dem Jodkalium, dem Chlorkalium u. a.; unter den Mineralien vorzüglich an dem Flußspath und dem Bleiglanz, an dem letzteren auch mit Oktaëderflächen, die manchmal sogar vorwaltend sind.

Hemiëdrische Formen.

§. 100. In den oben, §. 83. bis 88., betrachteten Fällen, wo einzelne Flächen größer auftreten, als andere gleichnamige,

Digitized by Google

wurde die Form der Krystalle dadurch weniger regelmäßig, die Krystalle wurden verzerrt. Aber es können auch einzelne Flächen größer sein, als die anderen damit gleichnamigen, und der Krystall hat eine, wenn auch veränderte, doch noch sehr regelmäßige Form. Eine solche entsteht z. B. manchmal an dem salpetersauren Baryt, indem vier abwechselnde Flächen des Oktaeders (z. B. die oben rechts vorn, und die drei, welche mit der ersteren nur in Ecken zusammenstoßen) größer, die vier dazwischen liegenden (d. h. die drei, welche mit der Fläche oben rechts vorn in Kanten zusammenstoßen, und dann noch die, welche ihr gegenüberliegt) kleiner werden. Es entsteht dann eine Form, wie sie Fig. 136. darstellt; die sechs Ecken des ideal ausgebildeten Oktaëders sind in dieser Form zu Kanten verzerrt, wie denn z. B. die wachsenden Flächen oben vorn rechts und unten vorn links eine Kante (ein verzerrtes Oktaëdereck) bilden, die vorn von links oben nach rechts unten geht.

Ein solches Wachsen und Kleinerwerden regelmäßig abwechselnder Flächen bringt als Endresultat Gestalten hervor, welche weniger Flächen haben, als die ursprüngliche Form, aber regelmäßig gestaltet sind, und sich wie einfache Formen verhalten. Man sagt, daß eine einfache Form, das Oktaëder z. B., hemiëdrisch (halbzählig ausgebildet) wird, wenn vier von den acht Flächen desselben wachsen bis zum Verschwindenlassen der anderen vier Flächen; die so entstehende Form nennt man die Hemiëdrie des Oktaëders. Eben so braucht man den Ausdruck tetartoëdrische (viertelszählig ausgebildete) Form für eine solche, die man sich als aus einer holoëdrischen (§. 51.) durch Wachsen eines Viertels der Flächen und Verschwinden der anderen drei Viertel entstanden denken kann. Tetartoëdrische Formen kommen übrigens sehr selten vor.

§. 101. Eine der wichtigsten hemiëdrischen Formen des regulären Systems ist die, welche aus dem Oktaëder entsteht, indem die Flächen desselben abwechselnd wachsen und verschwinden. Fig. 24. zeigt ein Oktaëder nach seinen vorderen Flächen; wachsen von diesen die Flächen vorn oben rechts und vorn unten links, und von den hinteren (in Fig. 24. nicht sichtbaren) Flächen die hinten oben links und hinten unten rechts, so entsteht die

Digitized by Google

in Fig. 24. über das Oktaëder gezeichnete, Fig. 134. für sich dargestellte Form.

Die Zeichnung derselben ist sehr einfach. Die wachsenden Flächen bilden Kanten, welche durch die Ecken gehen, in denen sich die wachsenden Flächen an dem Oktaëder berührten, und diese neu entstehenden Kanten gehen immer zwei Oktaëderkanten parallel. Wenn an dem Fig. 24. dargestellten Oktaëder die Flächen *ovr* und *uvl* wachsen, so bilden sie eine durch *v* gehende Kante, und diese geht in der Richtung der Oktaëderkante *or* oder *lu*, da beide wachsende Oktaëderflächen in dieser Richtung liegen. Eben so findet man die Lage der anderen sich bildenden Kanten; die Fläche *ovr* bildet z. B. eine solche mit der Fläche hinten oben links, welche parallel der Oktaëderkante *vr* geht.

§. 102. In gleicher Weise, wie in Fig. 24. die Fläche oben vorn rechts und drei andere entsprechende Flächen wachsende waren, können auch die Fläche oben vorn links und drei andere entsprechende wachsen; in dem letzteren Falle sind diejenigen Flächen wachsende, welche in dem ersteren verschwindende waren. In beiden Fällen entsteht dieselbe Gestalt (Mod. 13.); die Stellung derselben ist verschieden, je nachdem die Fläche oben vorn rechts (Fig. 134.) oder die Fläche oben vorn links (Fig. 135.) unter den wachsenden war. (Auch Fig. 172. zeigt die zwei aus einem Oktaëder entstehenden Tetraëder in ihrer verschiedenen Stellung.) Diese Gestalt heißt

das Tetraëder (Vierflächner)

auch Regulärtetraëder, Hemioktaëder, einfache dreiseitige Pyramide.

Es ist begrenzt durch vier gleichseitige Dreiecke, deren ebene Winkel also 60° betragen; es hat sechs gleiche Kanten, in welchen sich die Flächen unter einem Winkel von 70°32′ schneiden, also unter demselben Winkel, unter welchem zwei in einem Oktaëdereck sich gegenüberliegende Oktaëderflächen zu einander geneigt sind (§. 60.); es hat vier gleiche, gleichkantige und dreiflächige Ecken.

Das Zeichen des Tetraëders ist $\frac{O}{2}$; es deutet dieses Zeichen an, daß die Flächen gegen die Axen so liegen, wie die Flächen

Digitized by Google

des Oktaëders, daß sie aber nur in halb so großer Anzahl, als an dem Oktaëder, vorhanden sind.

Wenn die zwei Tetraëder, die aus einem Oktaëder entstehen können, zusammen vorkommen, oder wenn sie sich sonst in ihren Eigenschaften unterscheiden, so bezeichnet man das eine als $+\frac{O}{2}$, das andere als $-\frac{O}{2}$. Es ist willkürlich, welchem Tetraëder man das eine oder das andere dieser Zeichen beilegen will, da man ein einzelnes Tetraëder willkürlich in die eine oder in die andere Stellung bringen kann. In den Zeichnungen ist immer das Tetraëder als $+\frac{O}{2}$ bezeichnet, welches durch das Wachsen von 4 Oktaëderflächen, worunter die vorn oben rechts, entstanden ist (Fig. 24. oder 134.), als $-\frac{O}{2}$ das durch das Wachsen von 4 Oktaëderflächen, worunter die oben vorn links, entstandene (Fig. 135.).

Bei einem einzelnen Tetraëder braucht man das Zeichen $\frac{O}{2}$ ohne weiteren Beisatz, da man es in jede der zwei entgegengesetzten Stellungen bringen kann, und mithin kein Grund vorliegt, es als $+\frac{O}{2}$ oder als $-\frac{O}{2}$ zu bestimmen. In einzelnen Fällen ist hiervon eine Ausnahme zu machen, wie z. B. bei dem Boracit, wo die Flächen des einen Tetraëders immer matt, die des anderen immer glänzend sind. Hier wird man das Zeichen $+\frac{O}{2}$ stets dem einen, das Zeichen $-\frac{O}{2}$ stets dem anderen geben, und also auch wo Ein Tetraëder vorkommt, es als $+\frac{O}{2}$ oder $-\frac{O}{2}$ bezeichnen, je nachdem es glänzende oder matte Flächen zeigt. Aehnliches findet man bei anderen Substanzen; auch bei dem Fahlerz sind z. B. die Flächen des einen (untergeordneter auftretenden) Tetraëders immer rauh im Vergleich zu denen des anderen.

Die richtige Stellung der Tetraëder, und wie sie sich combiniren, ergiebt sich leicht aus der Betrachtung, daß die Tetraederflächen liegen wie Oktaëderflächen, und daß die Tetraëder-

Digitized by Google

kanten gewissermaßen nur verzerrte Oktaëderecken sind. Man hat also eine solche Kante nach vorn, eine nach oben, eine nach rechts zu stellen; die oktaëdrischen Aren gehen bei dem Tetraëder durch die Mittelpunkte der Kanten.

Eine Tetraëderkante liegt bei richtiger Stellung des Tetraeders wie eine Diagonale einer Würfelfläche; die Kante vorn in Fig. 135. z. B. wie eine Linie, die das Würfeleck vorn oben rechts mit dem vorn unten links verbindet. Die Tetraëderecken liegen also, wie heraëdrische Ecken (§. 62.). — Verbindet man die Mittelpunkte der Kanten des Tetraëders durch gerade Linien, so liegen diese wie die Kanten eines Oktaëders und bilden den Umriß dieser Form.

Die Tetraëder finden sich an chemischen Producten nicht sehr häufig; schön ausgebildet sieht man sie am Fünffach-Schwefelantimon-Schwefelnatrium (Schlippe'schen Salz), am chlorsauren Natron, am essigsauren Uranoxydnatron, am Kupferchlorür. Im Mineralreich zeigen sie sich besonders am Fahlerz, am Helvin, an der Blende u. a. — Ueber Verwechselungen vergl. §. 161. und 279.

§. 103. Combinationen der Tetraëder.

Die zwei entgegengesetzten Tetraëder kommen manchmal zusammen vor, zur Combination $+\frac{O}{2}\cdot-\frac{O}{2}$ (Figur 136.) vereinigt; die Flächen des untergeordneteren stumpfen dann die Ecken des vorherrschenderen gerade ab. Die Combination $+\frac{O}{2}\cdot-\frac{O}{2}$ im Gleichgewicht sieht gerade so aus, wie das Oktaeder (Fig. 73.), ist aber von diesem unterschieden, beim Boracit z. B. dadurch, daß 4 Flächen matt, die 4 anderen glänzend sind.

An dem vorherrschenden Würfel bringt das Tetraëder gerade Abstumpfung der abwechselnden Würfelecken hervor; Fig. 138. zeigt diese Combination $\infty O\,\infty\cdot\frac{O}{2}$. An dem vorherrschenden Tetraëder bringt der Würfel Abstumpfung der Tetraëderkanten (welche gewissermaßen verzerrte Oktaëderecken sind) hervor $\left(\frac{O}{2}\cdot\infty O\,\infty\text{; Fig. 137.}\right)$.

Digitized by Google

An dem vorherrschenden Rhombendodekaëder stumpft das Tetraëder die abwechselnden heraëdrischen Ecken ab (Fig. 141. ohne die Flächen $\infty O \infty$). An dem vorherrschenden Tetraëder bringt das Rhombendodekaëder dreiflächige Zuspitzung der Ecken hervor; die Zuspitzungsflächen sind auf die Tetraëderflächen gerade aufgesetzt. (Jede Tetraëderkante geht in einer Richtung, welche zwei heraëdrische Ecken mit einander verbindet, vergl. §. 102.; die Tetraëderkante oben in Fig. 134. z. B. in der Richtung von dem heraëdrischen Eck vorn oben links an dem Dodekaëder (Fig. 80.) nach dem heraëdrischen Eck hinten oben rechts; die drei Dodekaëderflächen, die in einem solchen Eck zusammenstoßen, bilden die dreiflächige Zuspitzung an dem entsprechenden Eck des vorherrschenden Tetraëders.) Letztere Combination, $\frac{O}{2} \cdot \infty O$ (Fig. 139.), ist an den oben (§. 102.) genannten chemischen Producten häufig.

Tetraëder, Würfel und Dodekaëder kommen häufig zusammen vor; Fig. 140. zeigt diese Combination mit vorherrschenden Tetraëderflächen $\left(\frac{O}{2} \cdot \infty O \infty \cdot \infty O\right)$; Fig. 141. dieselbe mit vorherrschenden Dodekaëderflächen $\left(\infty O \cdot \infty O \infty \cdot \frac{O}{2}\right)$; Figur 142., wenn man sich die Flächen $-\frac{O}{2}$ wegdenkt, dieselbe mit vorherrschenden Würfelflächen $\left(\infty O \infty \cdot \infty O \cdot \frac{O}{2}\right)$. Alle diese Formen finden sich an dem Boracit.

An der Combination $+\frac{O}{2} \cdot -\frac{O}{2}$ (Fig. 136.) tritt das Rhombendodekaëder untergeordnet auf, die Kanten zwischen $+\frac{O}{2}$ und $-\frac{O}{2}$ gerade abstumpfend; auch diese Form sieht man an dem Schlippe'schen Salz und dem chlorsauren Natron häufig; man kann sie sich auch aus Fig. 139. deutlich machen, wenn man sich jedes durch die Zuspitzungs- (∞O) Flächen gebildete Eck abgestumpft denkt.

Die zwei entgegengesetzten Tetraëder zeigen sich manchmal auch in Combination mit dem Dodekaëder und dem Würfel; so am

Digitized by Google

Boracit in den Formen Fig. 142. und 143. Fig. 142. stellt die Combination $\infty O \infty \cdot \infty O \cdot + \frac{O}{2} \cdot - \frac{O}{2}$ dar, an welcher also die Würfelflächen vorherrschen; die Flächen der entgegengesetzten Tetraëder sind hinsichtlich der Größe und des Glanzes verschieden. In Fig. 143. $\left(+\frac{O}{2} \cdot - \frac{O}{2} \cdot \infty O \infty \cdot \infty O\right)$ herrschen die Tetraëderflächen, namentlich die von $+\frac{O}{2}$, vor; die Kanten von $+\frac{O}{2}$ sind durch Würfelflächen, die Combinationskanten zwischen $+\frac{O}{2}$ und $-\frac{O}{2}$ durch Dodekaëderflächen gerade abgestumpft.

Selten kommt das Tetraëder in Combination mit einem untergeordneten Tetrakisheraëder vor. Letzteres hat sechsflächige heraëdrische Ecken, das Dodekaëder dreiflächige. Das Dodekaëder spitzt die Ecken des Tetraëders dreiflächig, ein Tetrakisheraëder spitzt sie sechsflächig zu; auf jede Tetraëderkante sind dann zwei Flächen des Tetrakisheraëders, und beide mit gleicher Neigung gegen die angrenzenden Tetraëderflächen, aufgesetzt. Diese Combination $\frac{O}{2} \cdot m\,O\,\infty$ findet sich sehr selten am Schlippe'schen Salz.

§ 104. Die Betrachtung der Combinationen des Tetraëders und die Vergleichung mit den entsprechenden Combinationen des Oktaëders werden die Eigenthümlichkeit hemiëdrischer Combinationen klar machen. Man muß sich bei der Untersuchung wirklicher Krystalle hüten, unvollständiges Auftreten einer holoëdrischen Gestalt mit dem Vorhandensein einer hemiëdrischen zu verwechseln; so z. B. nicht sogleich auf Combination des Würfels mit dem Tetraëder zu schließen, so bald man an dem ersteren ein Eck abgestumpft, ein anderes unversehrt sieht, nicht auf Combination des Würfels mit den zwei entgegengesetzten Tetraëdern, wenn man ein Eck des ersteren stark, ein anderes schwach abgestumpft findet. In beiden Fällen kann es auch eine verzerrte Combination des Würfels mit dem Oktaëder sein, und ist es meistens; das Dasein einer hemiëdrischen Form in einer solchen Combination ist nur dann mit Zuverlässigkeit anzunehmen, wenn

Digitized by Google

man z. B. die Ecken mit unverkennbarer Regelmäßigkeit rund um den Krystall herum nur abwechselnd abgestumpft findet, oder wenn die Abstumpfungsflächen an 4 abwechselnden Ecken sich von denen an den 4 anderen regelmäßig in der Größe und hauptsächlich in dem Ansehen (dem Glanz) deutlich unterscheiden.

§. 105. Das Oktaëder wird hemiëdrisch, indem die einzelnen Flächen desselben abwechselnd wachsen und verschwinden. Mehrere andere Formen des regulären Systems werden hemiëdrisch, indem Systeme von Flächen, deren jedes einer Oktaëderfläche entspricht, abwechselnd wachsen und verschwinden.

Bei dem Oktaëder liegt in jedem Oktanten des Arenkreuzes Eine Fläche. Bei dem Ikositetraëder, Fig. 86. und 87., bei dem Triakisoktaëder, Fig. 94., liegen in jedem Oktanten drei Flächen; solche drei Flächen, die hinsichtlich ihrer Lage einer Oktaëderfläche vergleichbar sind, nennt man ein einer Oktaëderfläche entsprechendes Flächensystem.

In der Art wird das Ikositetraëder hemiëdrisch, indem z. B. die drei Flächen in dem Oktanten vorn rechts oben wachsen, die drei in dem Oktanten vorn links oben verschwinden, die drei in dem Oktanten vorn links unten wachsen, die drei in dem Oktanten vorn rechts unten verschwinden, u. s. w. Dieses Hemiëdrischwerden läßt sich auch so bezeichnen, daß man sagt: die drei Flächen um das heraëdrische Eck vorn oben rechts wachsen, die um das heraëdrische Eck vorn oben links verschwinden, u. s. f.

Fig. 25. zeigt die vorderen Flächen des (Fig. 86. besonders dargestellten) Ikositetraëders 202, und die durch solches Hemiëdrischwerden daraus entstehende Form. Die drei Kanten, welche von dem heraëdrischen Eck vorn oben rechts ausgehen, wachsen mit dem Zunehmen der sie bildenden Flächen; sie wachsen bis *D*, *D*, *D*, nämlich bis dahin, wo ihnen Kanten von anderen Systemen zunehmender Flächen (in Fig. 25. ist von solchen Systemen nur noch das um das heraëdrische Eck vorn unten links liegende sichtbar) entgegenwachsen. Neue Kanten *D D*, werden außerdem noch durch das Gegeneinanderwachsen je solcher zwei Flächen gebildet, welche zwei verschiedenen Flächensystemen angehörig sich an dem Ikositetraëder in einem oktaëdrischen Eck berührten.

Digitized by Google

§. 106. Aus jedem Ikositetraëder können zwei der Stellung nach verschiedene Hemiëdrien dieser Art entstehen, je nachdem das Flächensystem vorn oben rechts und die entsprechenden die wachsenden waren, oder das Flächensystem vorn oben links und die entsprechenden. Man bezeichnet diese Hemiëdrien als

Triakistetraëder (Dreimal-Vier-Flächner),

auch Trigonaldodekaëder, Pyramidentetraëder, Hemiikositetraëder, Cyproide.

Die verschiedenen Ikositetraëder (§. 68.) bilden auch verschiedene Triakistetraëder, deren Zeichen allgemein $\frac{mOm}{2}$ ist; dem entsprechend, was hinsichtlich der Tetraëder (§. 102.) bemerkt wurde, unterscheidet man außerdem die zwei aus einem Ikositetraëder entstehenden und nur ihrer Stellung nach verschiedenen Triakistetraëder als $+\frac{mOm}{2}$ und $-\frac{mOm}{2}$ Wie wir dasjenige Tetraëder als $+\frac{O}{2}$ bezeichneten, welches durch das Wachsen von vier Oktaëderflächen, worunter die vorn oben rechts, entstanden gedacht wird, so bezeichnen wir auch dasjenige Triakistetraëder als $+\frac{mOm}{2}$, welches durch das Wachsen von vier Flächensystemen, worunter das vorn oben rechts, entstanden gedacht wird. Triakistetraëder und Tetraëder können also von gleicher Stellung sein, $+\frac{mOm}{2}$ und $+\frac{O}{2}$, und von ungleicher Stellung, $+\frac{mOm}{2}$ und $-\frac{O}{2}$.

Die wichtigsten Triakistetraëder, welche in der Natur vorkommen, sind $\frac{2O2}{2}$ und $\frac{3O3}{2}$, und unter diesen findet sich das erstere häufiger und auch selbstständig. Modell 14. zeigt $\frac{2O2}{2}$, Fig. 144. und 145. zeigen $+\frac{2O2}{2}$ und $-\frac{2O2}{2}$ in ihrer verschiedenen Stellung.

Die Triakistetraëder sind begrenzt durch 12 gleichschenklige Dreiecke; sie haben 8 Ecken und 18 Kanten.

Digitized by Google

In den gleichschenklig dreieckigen Flächen sind die ebenen Winkel

bei	der einzelne	jeder der zwei gleichen
$\frac{202}{2}$	117° 2′	31°29′
$\frac{303}{2}$	112°53′	33°33′

Die Ecken sind zweierlei Art. 4, *B*, (Fig. 144. oder 145.) sind dreiflächig und gleichkantig; sie sind die vier abwechselnden heraëdrischen Ecken des Ikositetraëders, aus welchem das Triakistetraëder entstand (vergl. Fig. 25.); sie liegen ähnlich, wie die Mittelpunkte der Flächen eines Tetraëders von gleicher Stellung. 4 Ecken, *D*, sind sechsflächig und symmetrisch ungleichkantig; sie liegen wie die Ecken eines Tetraëders von gleicher Stellung (die Ecken *D* von $+\frac{202}{2}$, Fig. 144., wie die Ecken von $+\frac{O}{2}$, Figur 134., keineswegs aber wie die Ecken von $-\frac{O}{2}$, Fig. 135.).

Die Kanten sind zweierlei Art. 6 längere, *DD*, verbinden je zwei sechsflächige Ecken; sie liegen wie Tetraëderkanten und durch ihre Mittelpunkte gehen die oktaëdrischen Aren hindurch. 12 kürzere, *BD*, verbinden je ein sechsflächiges und ein dreiflächiges Eck; sie sind die gewachsenen Kanten des Ikositetraëders, als aus welchem entstanden man ein Triakistetraëder betrachten kann (vergl. Fig. 25.). — In den längeren Kanten stoßen je zwei Flächen mit den Grundlinien, in den kürzeren mit den gleichen Schenkeln zusammen.

Die Flächen sind geneigt

	in den Kanten *DD*	*BD*
bei $\frac{202}{2}$	unter 109°28′	146°27′
$\frac{303}{2}$	129°31′	129°31′

Die Triakistetraëder sind an künstlichen Krystallen noch nicht beobachtet worden. An natürlich vorkommenden findet sich $\frac{202}{2}$ bei

Digitized by Google

dem Fahlerz und bei dem Eulytin selbstständig, häufig bei dem Fahlerz, selten bei dem Boracit in Combinationen; $\frac{303}{2}$ seltener bei dem Fahlerz, manchmal bei der Zinkblende, aber nur in Combinationen.

§. 107. Combinationen der Triakistetraëder.

Die Triakistetraëder, namentlich $\frac{202}{2}$, kommen am häufigsten vor in Combination mit einem Tetraëder von gleicher Stellung. Es stumpft dieses an dem vorherrschenden Triakistetraëder die dreiflächigen Ecken ab; das Triakistetraëder bildet dagegen an dem vorherrschenden Tetraëder Zuschärfungen der Kanten. Fig. 146. zeigt die Combination $+\frac{202}{2}\cdot+\frac{O}{2}$

Während es bei der Combination einer holoëdrischen mit einer hemiëdrischen Form meistens unnöthig ist (vergl. §. 102.), bezüglich der letzteren etwas über die Stellung (das Zeichen + oder −) anzugeben, muß dieses bei Combinationen, wo sich zwei oder mehr hemiëdrische Formen vorfinden, stets geschehen, indem dieselben hemiëdrischen Formen, je nach gleicher oder verschiedener Stellung, verschiedene Combinationen bilden können. So ist $+\frac{mOm}{2}\cdot+\frac{O}{2}$ ein Triakistetraëder mit abgestumpften dreiflächigen Ecken, $+\frac{mOm}{2}\cdot-\frac{O}{2}$ ist hingegen ein Triakistetraëder mit abgestumpften sechsflächigen Ecken.

Zu der Combination $+\frac{202}{2}\cdot+\frac{O}{2}$ treten häufig noch die Flächen des Rhombendodekaëders, und spitzen die sechsflächigen Ecken des Triakistetraëders dreiflächig zu (Fig. 147.); die Zuspitzungsflächen erscheinen als Rhomben, wenn sie mit den Tetraëderflächen nur in Punkten zusammenstoßen oder diese gar nicht berühren; jede Triakistetraëderfläche ist nach zwei Rhombendodekaëderflächen hin durch parallele Kanten begrenzt, denn jede Triakistetraëderfläche $\frac{202}{2}$ bildet eine gerade Abstumpfung für eine Dodekaëderkante (vergl. das über die Combination von 202 und ∞O Gesagte; §. 72.).

Digitized by Google

An dieser Combination zeigt sich wiederum manchmal ein Triakistetraëder in entgegengesetzter Stellung, $-\frac{202}{2}$, und stumpft die Kanten zwischen den Dodekaëderflächen, welche die Zuspitzungen der sechsflächigen Triakistetraëderecken bilden, gerade ab. Fig. 148. zeigt diese Combination $+\frac{202}{2} \cdot + \frac{0}{2} \cdot \infty O \cdot - \frac{202}{2}$.

Alle diese Gestalten finden sich an dem Fahlerz, und noch andere Formen treten manchmal hinzu, Würfelflächen als Abstumpfungsflächen der längeren Kanten des Triakistetraëders $+\frac{202}{2}$, Flächen von $-\frac{0}{2}$ als Abstumpfungen der Ecken, die sich an der Stelle der sechsflächigen Ecken des Triakistetraëders befinden, u. a.

Das Triakistetraëder $+\frac{303}{2}$ zeigt sich manchmal an der Combination $+\frac{0}{2} \cdot + \frac{202}{2}$ des Fahlerzes, so daß die Tetraëderkanten doppelt zugeschärft erscheinen; sehr selten an der Zinkblende, wo es an dem Dodekaëder Zuschärfungen der oktaëdrischen Ecken hervorbringt.

§. 108. In ähnlicher Weise, wie die Ikositetraëder, werden auch die Triakisoktaëder hemiëdrisch, indem die um die heraëdrischen Ecken liegenden Flächensysteme abwechselnd wachsen und verschwinden. Fig. 26. zeigt die vorderen Flächen von $^3/_2$ O (vergl. Fig. 353.); wachsen die drei um das heraëdrische Eck oben rechts liegenden Flächen, verschwinden die drei oben links, wachsen wieder die drei unten links, u. s. f., so entsteht die in Fig. 26. über $^3/_2$O und Fig. 149. für sich dargestellte Form $\frac{^3/_2 O}{2}$. Jede wachsende Fläche des Triakisoktaëders wächst in der Richtung der Höhenlinie (§. 75.); so *AAB* (Fig. 26.) rechts oben in der Richtung *Ba* nach *D* hin, und die Fläche *AAB* links unten in der Richtung *Bb* gleichfalls nach *D* hin; wo sich diese Richtungen treffen, entsteht ein Eck und durch die eben angegebene Construction Fig. 26. wird die Lage eines Ecks *D* und einer Kante *AD* bestimmt. Führt man diese Construction rund herum aus, so erhält man als Resultat

Digitized by Google

die Fig 26. und 149. gezeichnete Form, welche ihrer Stellung nach (dem oben, §. 102. und 106., Bestimmten entsprechend) als $+\frac{^3/_2O}{2}$ bezeichnet wird, während $-\frac{^3/_2O}{2}$, Fig. 150., dieselbe Form bedeutet, aber so gestellt, als ob sie aus einem Triakisoktaëder durch Wachsen des Flächensystems vorn oben links, und der entsprechenden, entstanden wäre.

§. 109. Diese Hemiëdrien der Triakisoktaëder, deren allgemeines Zeichen also $\frac{mO}{2}$ ist, heißen

Deltoiddodekaëder,

auch zweikantige Tetragonaldodekaëder, Trapezoiddodekaëder, Hemitriakisoktaëder, Deltoëder.

Man hat in der Natur die Deltoiddodekaëder $\frac{^3/_2O}{2}$ und $\frac{2O}{2}$ beobachtet. Modell 15. zeigt das erstere; dasselbe ist Figur 149. und 150. in seinen verschiedenen Stellungen gezeichnet.

Die Deltoiddodekaëder sind begrenzt durch 12 Deltoide (vergl. §. 70); sie haben 14 Ecken und 24 Kanten.

Die Ecken sind dreierlei Art. 6 Ecken, *A* (Fig. 149. und 150.), sind vierflächig und symmetrisch ungleichkantig; sie sind oktaedrische Ecken und durch sie gehen die Axen hindurch. 4 Ecken, *B*, sind dreiflächig und gleichkantig; sie sind diejenigen heraëdrischen Ecken des Triakisoktaëders, als aus welchem man das Deltoiddodekaëder entstanden betrachten kann, deren umliegende Flächen die wachsenden waren (vergl. Fig. 26.). 4 Ecken, *D*, sind dreiflächig und gleichkantig; sie liegen wie die Ecken eines Tetraëders.

Die Kanten sind zweierlei Art: 12 schärfere, *AD*, verbinden die oktaëdrischen und die tetraëdrischen, 12 stumpfere, *AB*, die oktaedrischen und die heraëdrischen Ecken. Letztere sind die ursprünglichen kürzeren Kanten der wachsenden Flächensysteme an dem Triakisoktaëder, welches man als das Deltoiddodekaëder erzeugend betrachten kann (vergl. Fig. 26.).

An den bis jetzt beobachteten Deltoiddodekaëdern ist die Neigung der Flächen

Digitized by Google

bei	in den Kanten AD	in den Kanten AB
$\frac{3/2\,O}{2}$	82°10′	162°39′
$\frac{2O}{2}$	90° 0′	152°44′

Diagonalen, welche auf den Deltoiddodekaëderflächen die gleichen Winkel verbinden, haben eine gleiche Lage wie die längeren Kanten der Triakisoktaëder (vergl. Fig. 26.).

§. 110. Die Deltoiddodekaëder sind an künstlichen Krystallen nie, an Mineralien selten und dann nur untergeordnet auftretend beobachtet worden, $\frac{3/2\,O}{2}$ an dem Fahlerz, $\frac{2O}{2}$ an der Zinkblende. Von diesen Combinationen mag hier nur der an dem Fahlerz sich zeigenden erwähnt werden. An dem Triakistetraëder $+\frac{2O2}{2}$ bildet das Deltoiddodekaëder $+\frac{3/2\,O}{2}$ Abstumpfungen der kürzeren Kanten; die sechsflächigen Ecken des Triakistetraëders sind durch Rhombendodekaëderflächen dreiflächig zugespitzt. Fig. 151. zeigt diese Combination $+\frac{2O2}{2}\cdot+\frac{3/2\,O}{2}\cdot\infty O$.

§. 111. In derselben Weise werden endlich auch noch die Hexakisoktaëder, mOn, hemiëdrisch, indem die um die hexaëdrischen Ecken liegenden Flächensysteme abwechselnd wachsen und verschwinden. Fig. 27. zeigt die vorderen Flächen eines (für sich noch nicht beobachteten) Hexakisoktaëders $5O5/3$, und die Gestalt, welche entsteht, wenn die 6 Flächen um das hexaëdrische Eck oben rechts wachsen, die 6 um das hexaëdrische Eck oben links verschwinden, die 6 um das hexaëdrische Eck unten links wieder wachsen, u. s. f. Es wachsen dann die Hexakisoktaëderkanten, welche in den wachsenden Flächensystemen von den Ecken B nach den Ecken C gehen, bis die zu verschiedenen Flächensystemen gehörigen zusammenstoßen; durch dieses Zusammenstoßen wird die Lage der Ecken D an der entstehenden hemiëdrischen Gestalt und die der Kanten AD bestimmt. So entsteht die Fig. 27. nach den vorderen Kanten, Fig. 152 vollständig dargestellte hemiëdrische Form $\frac{5O5/3}{2}$, welche der Stel-

Digitized by Google

lung nach bestimmter als $+\frac{5O^5/_3}{2}$ unterschieden wird, im Gegensatz zu der (Fig. 153.) in der anderen Stellung befindlichen, sonst wie $+\frac{5O^5/_3}{2}$ gestalteten, Form $-\frac{5O^5/_3}{2}$. Diese hemiëdrische Form ist auch durch Modell 16. dargestellt; sie wird als

Herakistetraëder (Sechsmal-Vier-Flächner),

auch als tetraëdrisches Trigonal-Ikositetraëder, Hemiherakisoktaëder, Boracitoid u. a. bezeichnet. — Außer $\frac{5O^5/_3}{2}$ ist auch $\frac{3O^3/_2}{2}$ in der Natur vorkommend beobachtet worden.

§. 112. Die Herakistetraëder sind begrenzt durch 24 ungleichseitige Dreiecke; sie haben 14 Ecken und 36 Kanten.

Die Ecken sind dreierlei Art. 6 Ecken, *A* (Fig. 152. und 153.), sind vierflächig und symmetrisch ungleichkantig; sie sind oktaëdrische Ecken und durch sie gehen die Axen hindurch. 4 Ecken, *B*, sind sechsflächig und symmetrisch ungleichkantig; sie sind die hexaedrischen Ecken der wachsenden Flächensysteme des Herakisoktaeders, als aus welchem entstanden man das Herakistetraëder betrachten kann (vergl. Fig. 27.). 4 Ecken, *D*, sind sechsflächig und symmetrisch ungleichkantig; sie haben gleiche Lage wie die Ecken eines Tetraëders.

Die Kanten sind gleichfalls dreierlei Art. 12 Kanten *A B* verbinden die oktaëdrischen und die hexaëdrischen Ecken, 12 Kanten *B D* die hexaëdrischen und die tetraëdrischen, und 12 Kanten *D A* die tetraëdrischen und die oktaëdrischen Ecken. Je zwei Kanten *A D*, die von demselben oktaëdrischen Eck ausgehen, entsprechen in ihrer Lage einer Tetraëderkante; jede einzelne Kante *A D* liegt wie eine schärfere Kante der Deltoiddodekaëder. Jede Kante *B A* liegt wie eine stumpfere Kante eines Deltoiddodekaëders; jede Kante *B D* wie eine kürzere Kante eines Triakistetraëders. Man kann die Tetraëder, Triakistetraëder und Deltoiddodekaeder, $\frac{O}{2}$, $\frac{mOm}{2}$, $\frac{mO}{2}$ als specielle Fälle des Herakistetraëders, $\frac{mOn}{2}$, ansehen; je nachdem $m = n = 1$, oder $m = n$, aber verschieden von 1, oder $n = 1$, geht die Formel und die Gestalt des

Digitized by Google

Herakistetraëders in die Formel und die Gestalt einer der genannten anderen Hemiëdrien über, ähnlich wie dieses §. 82. und in den daselbst angeführten Paragraphen für die entsprechenden holoëdrischen Formen dargelegt wurde.

An den beiden bis jetzt beobachteten Herakistetraëdern ist die Neigung der Flächen

bei	in den Kanten	AD	DB	AB
$\frac{3O\frac{3}{2}}{2}$		110°55′	158°13′	158°13′
$\frac{5O\frac{5}{3}}{2}$		122°53′	152°20′	152°20′

§. 113. Die Herakistetraëder sind an künstlichen Krystallen nie, an Mineralien sehr selten beobachtet worden, eins von unbestimmten Axenverhältnissen am Diamant selbstständig, $\frac{3O\frac{3}{2}}{2}$ untergeordnet am Fahlerz und $\frac{5O\frac{5}{3}}{2}$ ebenso, etwas weniger selten, am Boracit. $\frac{3O\frac{3}{2}}{2}$ tritt am Fahlerz zu der Combination $+\frac{2O2}{2} \cdot +\frac{O}{2} \cdot \infty O$ (Fig. 147.), und stumpft die Combinationskanten zwischen $+\frac{2O2}{2}$ und ∞O schief ab $\cdot +\frac{5O\frac{5}{3}}{2}$ tritt am Boracit zu der Combination $\infty O \infty \cdot \infty O \cdot +\frac{O}{2} \cdot -\frac{O}{2}$ (Fig. 142.), und stumpft diejenigen Combinationsecken ab, welche $+\frac{O}{2}$ mit $\infty O \infty$ und ∞O bildet; diese Combination ist Figur 154. dargestellt, wo eine Fläche von $\frac{5O\frac{5}{3}}{2}$ mit x bezeichnet ist.

§. 114. Die Tetrakisheraëder bilden hemiëdrische Formen, indem die Flächen derselben abwechselnd wachsen und verschwinden. Fig. 28. zeigt die vorderen Flächen des Tetrakisheraëders $2O\infty$ (vergl. Fig. 95.) und die Gestalt, welche entsteht, wenn die Fläche von A vorn nach rechts hin und die von A vorn nach

Digitized by Google

links hin wachsen, die von *A* vorn nach oben hin und von *A* vorn nach unten hin verschwinden, die von *A* oben nach vorn hin wächst, die von *A* oben nach rechts hin hingegen verschwindet, u. s. f. Um jede Fläche herum, welche wächst, verschwinden die drei Flächen, welche mit der vorhergehenden in Kanten zusammenstoßen; um jede Fläche, welche verschwindet, liegen drei wachsende Flächen, nämlich die, welche mit der verschwindenden in Kanten zusammenstoßen.

Die Form, welche sich so aus einem Tetrakisheraëder bildet, ist leicht zu zeichnen. In Figur 28. wachsen die beiden Flächen des Tetrakisheraëders, welche von *A* vorn nach links und nach rechts gehen. Diese beiden Flächen liegen parallel der Are von oben nach unten; bei dem Wachsen werden sie eine durch *A* vorn und parallel mit dieser Are gehende Kante bilden.

Diese Kante liegt also vorn, und sie erstreckt sich nach oben so weit, bis die von *A* oben nach vorn hin wachsende Fläche mit ihr zusammentrifft. Diese Fläche wächst nach vorn in der Richtung *A a*, wenn *a* die Mitte der heraëdrischen Kante vorn oben des Tetrakisheraëders ist. — Das Zusammenstoßen einer durch *A* oben und *a* gelegten (in Fig. 27. gestrichelten) Linie mit der durch *A* vorn senkrecht gehenden Kante bestimmt also das obere Ende der letzteren. — In gleicher Weise bestimmt sich das untere Ende derselben da, wo die von *A* unten nach vorn in der Richtung *A c* wachsende Fläche mit ihr zusammenstößt.

Die Fläche, welche von *A* vorn nach rechts liegt, wächst nach rechts hin in der Richtung *A b*, wo *b* auch wieder die Mitte der heraëdrischen Kante vorn rechts des Tetrakisheraëders ist. Dieses Wachsen wird begrenzt dadurch, daß die Fläche in dieser Richtung *A b* mit einer Kante zusammenstößt, welche durch *A* rechts parallel mit der Are von vorn nach hinten geht (diese Kante wird gebildet durch das Wachsen der zwei Tetrakisheraëderflächen, welche von *A* rechts nach oben und nach unten hin liegen).

Die wachsenden Tetrakisheraëderflächen stoßen in den heraëdrischen Ecken stets mit anderen wachsenden Flächen zusammen, können also nicht über diese hinauswachsen. Verbindet man nun diese Begrenzungspunkte, deren Auffindung eben gezeigt wurde, durch Linien, so sieht man, daß jede wachsende Fläche zu einer

Digitized by Google

fünfeckigen wird; Fig. 28. zeigt die vorderen Flächen der Form, welche durch das Hemiëdrischwerden von $2O\infty$ in der angegebenen Weise entsteht, Fig. 155. und Modell 17. dieselbe für sich. Das Zeichen dieser hemiëdrischen Form ist $\frac{2O\infty}{2}$, das der entsprechenden hemiëdrischen Formen der Tetrakisheraëder im Allgemeinen $\frac{mO\infty}{2}$. Aus jedem Tetrakisheraëder können zwei ihrer Stellung nach verschiedene hemiëdrische Formen entstehen, je nachdem die von *A* vorn nach rechts gehende Fläche und die entsprechenden wachsen, oder die von *A* vorn nach oben gehende und die entsprechenden. Ist dieser Gegensatz in der Stellung anzudeuten, so bezeichnet man die Form in der ersteren Stellung als $+\frac{mO\infty}{2}$, in der letzteren als $-\frac{mO\infty}{2}$; Figur 155. zeigt $+\frac{2O\infty}{2}$, Fig. 156. $-\frac{2O\infty}{2}$; in Fig. 173. sind beide aus demselben Tetrakisheraëder entstehende hemiëdrische Formen über denselben Mittelpunkt gezeichnet.

§. 115. Diese hemiëdrischen Formen der Tetrakisheraëder heißen

Pentagonaldodekaëder

(durch Fünfecke begrenzte Zwölfflächner), auch Hemitetrakisheraëder, Pyritoëder, Pyritoide — Das in der Natur am häufigsten vorkommende ist $\frac{2O\infty}{2}$, seltener zeigen sich $\frac{3/2O\infty}{2}$, $\frac{4/3O\infty}{2}$ u. a.

Sie sind begrenzt durch 12 symmetrische Fünfecke. So nennt man solche Fünfecke, die wie Figur 30. vier gleiche Seiten *a b* und *b c* haben, und Eine einzelne Seite *a a*, die Grundlinie; sie haben zwei Paare gleicher Winkel, *a a* (Winkel an der Grundlinie) und *b b* (mittlere Winkel), und Einen einzelnen Winkel *c*, welcher der Grundlinie gegenüber liegt. Eine Linie *c d*, welche den einzelnen Winkel mit der Mitte der Grundlinie verbindet, heißt die Höhenlinie, eine Linie *a c*, welche einen Winkel an der Grundlinie mit dem einzelnen Winkel verbindet, eine Dia-

Digitized by Google

gonale des symmetrischen Fünfecks. Bei $\frac{2O\infty}{2}$ ist $a = 102^{\circ}\,36'$, $b = 106^{\circ}36'$, $c = 121^{\circ}35'$.

Die Pentagonaldodekaëder haben 20 Ecken, die zweierlei Art sind. 8 Ecken B (Fig. 155. und 156.) sind dreiflächig und gleichkantig; sie liegen wie hexaëdrische Ecken und in ihnen stoßen die Flächen mit den mittleren Winkeln zusammen. 12 Ecken E sind dreiflächig und ungleichkantig; jedes derselben liegt zwischen zwei Axen in der Ebene derselben, aber verschieden weit von ihnen abstehend; in diesen Ecken E stoßen immer zwei Winkel an der Grundlinie und ein einzelner Winkel zusammen.

Es finden sich an den Pentagonaldodekaëdern 30 Kanten, gleichfalls zweierlei Art. 6, EE, verbinden die ungleichkantigen Ecken; sie sind gewissermaßen verzerrte oktaëdrische Ecken des Tetrakishexaëders, als aus welchem man ein Pentagonaldodekaëder entstanden betrachten kann (vergl. Fig. 28.); durch die Mittelpunkte dieser Kanten gehen die Axen hindurch; in diesen Kanten stoßen je zwei Pentagonaldodekaëderflächen mit den Grundlinien zusammen, weshalb man sie auch Grundkanten nennt. — 24 Kanten BE verbinden die gleichkantigen (hexaëdrischen) Ecken mit den ungleichkantigen; in ihnen stoßen die Flächen mit den gleichen Seiten zusammen.

Die Flächen der Pentagonaldodekaëder sind zu einander geneigt

bei	in den Kanten EE	in den Kanten EB
$\frac{\frac{1}{3}O\infty}{2}$	unter $106^{\circ}16'$	$118^{\circ}41'$
$\frac{\frac{3}{2}O\infty}{2}$	$112^{\circ}37'$	$117^{\circ}29'$
$\frac{2O\infty}{2}$	$126^{\circ}52'$	$113^{\circ}35'$

Pentagonaldodekaëder zeigen sich an chemischen Präparaten nur selten, und dann untergeordnet; $\frac{2O\infty}{2}$ manchmal sehr deutlich an dem salpetersauren Bleioxyd (vergl. §. 116.). Dasselbe kommt auch am Alaun vor, der aus salzsäurehaltiger Lösung krystallisirt ist (vergl. daselbst). (Eine andere Form, die dem Pentagonaldodekaëder ähnlich sein kann, wird §. 214 besprochen

Digitized by Google

werden.) Unter den Mineralien zeigt der Eisenkies vorzugsweise $\frac{2O\infty}{2}$, häufig auch selbstständig; eben so der Kobaltglanz. $\frac{3/2\,O\,\infty}{2}$ und $\frac{4/3\,O\,\infty}{2}$ treten an dem Eisenkies untergeordnet auf.

§. 116. Combinationen der Pentagonaldodekaëder.

An dem vorherrschenden Pentagonaldodekaëder stumpfen die Flächen des Würfels die Grundkanten ab. An dem vorherrschenden Würfel bilden die Pentagonaldodekaëderflächen schiefe Abstumpfungen der Würfelkanten; daß diese Abstumpfungen schief sind, unterscheidet die Combination $\infty O \infty \cdot \frac{mO\infty}{2}$ von $\infty O \infty \cdot \infty O$. Fig. 157. und Modell 18. zeigen die Combination $\infty O \infty \cdot \frac{2O\infty}{2}$ etwa im Gleichgewicht. Combinationen von $\frac{2O\infty}{2}$ und $\infty O \infty$ finden sich an dem Eisenkies und an dem Kobaltglanz.

An dem vorherrschenden Pentagonaldodekaëder stumpfen die Flächen des Oktaëders die heraëdrischen Ecken ab; Fig. 162. zeigt $\frac{2O\infty}{2} \cdot O$ (Eisenkies). An dem vorherrschenden Oktaëder bringt $\frac{mO\infty}{2}$ eine Zuschärfung der Oktaëderecken hervor, die Zuschärfungsflächen sind auf zwei in einem Eck sich gegenüberstehenden Oktaëderkanten gerade aufgesetzt, und bei zwei benachbarten Oktaëderecken immer auf verschiedene Oktaëderkanten; Fig. 160. zeigt $O \cdot \frac{2O\infty}{2}$ (Kobaltglanz).

Vergrößern sich in Fig. 162. die Flächen O, bis sie sich in Punkten berühren, oder in Fig. 160. die Flächen $\frac{2O\infty}{2}$ eben so weit, so entsteht der Mittelkrystall zwischen $\frac{2O\infty}{2}$ und O, welchen Fig. 161. zeigt. Er ist begrenzt durch 20 dreieckige Flächen, die man in früherer Zeit für gleichartig hielt, weshalb man diese Combination als Ikosaëder (Zwanzig-Flächner) bezeichnete; aber 12 dieser Dreiecke $\left(\frac{2O\infty}{2}\right)$ sind gleichschenklige, und 8 (O)

Digitized by Google

gleichseitige. Schöne Krystalle der Art finden sich am Kobaltglanz; das Zurechtfinden an ihnen wird oft dadurch erleichtert, daß die Kanten zwischen je zwei $\frac{2O\infty}{2}$ Flächen (das sind die Grundkanten der in Combination getretenen Pentagonaldodekaederflächen) durch Würfelflächen etwas abgestumpft sind, was sie von den Combinationskanten zwischen $\frac{2O\infty}{2}$ und O, welche scharf auftreten, leicht unterscheiden läßt.

Das Pentagonaldodekaëder $\frac{2O\infty}{2}$ kommt mit Würfel und Oktaëder gleichzeitig combinirt vor. An dem vorherrschenden Würfel bilden dann die Flächen von O gerade Abstumpfungen der Ecken, die von $\frac{2O\infty}{2}$ schiefe Abstumpfungen der Kanten; (Fig. 158.; Eisenkies). Das salpetersaure Bleioxyd zeigt oft die Combination $O \cdot \infty O\infty \cdot \frac{2O\infty}{2}$, wo O nur sehr wenig vor $\infty O\infty$ vorherrscht (Fig. 159.); denkt man sich O und $\infty O\infty$ im Gleichgewicht, so würde $\frac{2O\infty}{2}$ (s) schiefe Abstumpfungen der Ecken dieses Mittelkrystalls bilden. An dem aus salzsäurehaltiger Lösung krystallisirten Alaun zeigt sich manchmal die Combination $O \cdot \infty O\infty \cdot \infty O \cdot 2O2 \cdot \frac{2O\infty}{2}$ (Fig. 97., wenn man sich von den Flächen $2O\infty$ die eine Hälfte, z. B. die schattirten, nicht vorhanden denkt, so daß an ihrer Stelle der Krystall wie in Fig. 93. aussieht). Als in der Richtung $2O\infty$ liegend werden die Pentagonaldodekaëderflächen leicht durch die §. 78. angegebene Betrachtung erkannt; daß sie aber nicht einem Tetrakisheraëder sondern der Hemiëdrie dieser Form angehören, sieht man daraus, daß sie nur in der halben Anzahl, als es erstere Form verlangte, und zwar in ganz regelmäßiger Abwechslung auftreten.

Die Kenntniß, wie das Pentagonaldodekaëder und wie das Rhombendodekaëder in Combinationen vorkommen, wird passend geübt durch die Vergleichung von Fig. 157. und 82., 158. und 84., 159. und 83., 160. und 78. u. a., und Aufsuchung, wie sich

Digitized by Google

durch Kantenparallelismus u. a. das eine dieser Dodekaëder von dem anderen unterscheiden läßt.

An dem Pentagonaldodekaëder $\frac{2O\infty}{2}$ bildet das Ikositetraëder 202 dreiflächige Zuspitzungen der hexaëdrischen Ecken, welche besser weiter unten (§. 119.) beschrieben werden.

Die anderen Pentagonaldodekaëder zeigen sich selten und untergeordnet; so z. B. treten die Flächen von $\frac{\frac{3}{2}O\infty}{2}$ an der vorherrschenden Form $\frac{2O\infty}{2}$ bei dem Eisenkies auf, und bilden schiefe Abstumpfungen der ungleichkantigen Ecken der letzteren (Fig. 163.; da hier zwei hemiëdrische Formen zusammen vorkommen, so ist anzugeben, daß sie beide eine gleiche Stellung haben, und die Combination als $+\frac{2O\infty}{2} \cdot +\frac{\frac{3}{2}O\infty}{2}$ zu bezeichnen).

§. 117. An einem Hexakisoktaëder mOn entsprechen immer zwei Flächen zusammen hinsichtlich der Lage einer Fläche eines Tetrakishexaëders (vergl. Fig. 354. und 95.). Die ersteren werden nun auch hemiëdrisch in derselben Art wie die letzteren, indem immer zwei Flächen, die zusammen einer Tetrakishexaëderfläche entsprechen, wachsen, zwei eben solche verschwinden, und so fort in der Abwechslung, wie diese bei dem Hemiëdrischwerden der Tetrakishexaëder (§. 114.) statthat. Welche Form so aus den Hexakisoktaëdern entsteht, zeigt Fig. 29. Es sind hier die vorderen Flächen des Hexakisoktaëders 402 dargestellt (vollständig zeigt diese Form Fig. 354.), und die wachsenden Flächen mit den Buchstaben $a \ldots . k$ bezeichnet. Die wachsenden Flächen liegen so, daß je zwei derselben einer wachsenden Tetrakishexaëderfläche in Fig. 28. entsprechen.

Zur Construction der hemiëdrischen Form, die so aus einem Hexakisoktaëder entsteht, muß man die Richtung der verschiedenen Kanten und Flächen dieses Körpers genau sich vorstellen, und es mag sich hier auf das bei der Construction des letztern (§. 79.) Gesagte bezogen werden, woraus die Bedeutung von v, $2v$, $4v$ u. s. w. in dem Folgenden deutlich wird (§. 79. war von der

Digitized by Google

Zeichnung eines Hexakisoktaëders $3\,O\,\frac{3}{2}$ die Rede, das Fig. 29. dargestellte hingegen ist $4\,O\,2$; was zu beachten ist).

Die Fläche c (Fig. 29.) liegt in der Richtung $v:2\,l:4\,o$; die Fläche d in der Richtung $v:2\,r:4\,o$. Wachsen beide gegen einander, über die zwei zwischenliegenden Flächen weg, so bilden sie eine Kante in der Richtung $v:4\,o$.

Diese Kante wird nach oben begrenzt durch das Entgegenwachsen der Flächen a und b. Sie gehen in der Richtung $o:2\,v:4\,l$ und $o:2\,v:4\,r$, und bilden schon an dem Hexakisoktaëder eine Kante in der Richtung $o:2\,v$. Diese Kante wächst nun, und ihr Zusammentreffen mit der eben besprochenen Kante in der Richtung $v:4\,o$ bestimmt die Lage eines Ecks E.

Die zwischen den wachsenden Flächen d und g und in der Richtung $v:2\,r$ liegende Kante wächst gleichfalls, und wird begrenzt durch das Entgegenkommen einer in der Richtung $r:4\,v$ gehenden Kante, die durch das Wachsen der Flächen e und h gebildet wird.

Construirt man in dieser Art weiter, so erhält man als Resultat die Form, welche Fig. 29. nach den vorderen Flächen, Fig. 164. vollständig dargestellt ist.

§. 118. Man bezeichnet solche Hemiëdrien des Hexakisoktaëders, wo abwechselnd die Flächenpaare, deren jedes einer Tetrakishexaëderfläche entspricht, wachsen, durch $\left[\frac{m\,O\,n}{2}\right]$, zum Unterschied von $\frac{m\,O\,n}{2}$, derjenigen Hemiëdrie des Hexakisoktaëders, welche entsteht durch Wachsen von Flächensystemen, deren jedes einer Oktaëderfläche entspricht. Letztere Formen, die Hexakistetraëder, wurden §. 111. — 113. betrachtet, und sind also wohl zu unterscheiden von der jetzt zu untersuchenden anderen Hemiëdrie der Hexakisoktaëder, den

Trapezoidikositetraëdern,

auch dreikantigen Tetragonalikositetraëdern, Dyakisdodekaëdern, Hemioktakishexaëdern, Diploiden u. a. genannt.

Eben so, wie aus einem Tetrakishexaëder $m\,O\,\infty$ zwei ihrer Stellung nach verschiedene Pentagonaldodekaëder, $+\frac{m\,O\,\infty}{2}$ und

Digitized by Google

$-\frac{mO\infty}{2}$, entſtehen können, nehmen auch aus einem Heraki-oktaëder mOn zwei ihrer Stellung nach verſchiedene Trapezoidikoſitetraëder $+\left[\frac{mOn}{2}\right]$ und $-\left[\frac{mOn}{2}\right]$ ihren Urſprung. Fig. 165. zeigt $+\left[\frac{3O^3/_2}{2}\right]$, Fig. 166. $-\left[\frac{3O^3/_2}{2}\right]$. Mod. 19. ſtellt gleichfalls $\left[\frac{3O^3/_2}{2}\right]$ dar. — Die bekannten Trapezoidikoſitetraëder ſind $\left[\frac{3O^3/_2}{2}\right]$, $\left[\frac{402}{2}\right]$, $\left[\frac{5O^5/_3}{2}\right]$.

Die Trapezoidikoſitetraëder ſind begrenzt durch 24 Trapezoide $AEBE$ (Fig. 165. und 166.), an welchen indeß zwei an einander liegende Seiten EB gleich ſind (an dem Trapezoidikoſitetraëder $\left[\frac{402}{2}\right]$, Fig. 164., ſind die Flächen Trapeze, indem die Kanten EB und AE parallel laufen).

Sie haben 26 Ecken, die dreierlei Art ſind. 6 Ecken A ſind vierflächig und ſymmetriſch ungleichkantig; ſie ſind oktaedriſche Ecken und durch ſie gehen die Aren hindurch; ſie liegen ähnlich wie die Mittelpunkte der Grundkanten an den Pentagonaldodekaëdern. 8 Ecken B ſind dreiflächig und gleichkantig; ſie ſind heraëdriſche Ecken und liegen wie die eben ſo bezeichneten Ecken der Pentagonaldodekaëder. 12 Ecken E endlich ſind vierflächig und ungleichkantig, und liegen wie die eben ſo bezeichneten Ecken der Pentagonaldodekaëder.

Sie haben 48 Kanten, die gleichfalls dreierlei Art ſind. Von 12 Kanten AE, welche ſymmetriſche Ecken mit ungleichkantigen verbinden, entſprechen je zwei in ihrer Lage einer Grundkante eines Pentagonaldodekaëders. 12 andere Kanten AE, welche gleichfalls ſymmetriſche Ecken mit ungleichkantigen verbinden, entſprechen in ihrer Lage den Höhenlinien (§. 115.) auf den Flächen der Pentagonaldodekaëder. 24 Kanten EB endlich verbinden die ungleichkantigen mit den gleichkantigen Ecken, und entſprechen den eben ſo bezeichneten Kanten der Pentagonaldodekaëder. Man vergleiche Fig. 165. und 155., 166. und 156.

Die Flächen der Trapezoidikoſitetraëder ſind geneigt

Digitized by Google

bei	in den Kanten AE, welche einer Grundkante an $\frac{mO\infty}{2}$ entsprechen,	AE, welche einer Höhenlinie an $\frac{mO\infty}{2}$ entsprechen,	EB
$\left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$	unter 115°23′	149° 0′	141°47′
$\left[\frac{4O2}{2}\right]$	128°15′	154°47′	131°49′
$\left[\frac{5O\frac{5}{3}}{2}\right]$	118°59′	160°32′	131° 5′

Die Trapezoidikositetraëder sind an künstlichen Krystallen noch gar nicht beobachtet worden. In dem Mineralreiche finden sich die drei eben aufgezählten Formen an dem Eisenkies, meistens untergeordnet, $\left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$ und $\left[\frac{4O2}{2}\right]$ selten selbstständig; $\left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$ kommt auch am Kobaltglanz vor. Aber namentlich an dem ersteren Mineral zeigen sich die

Combinationen der Trapezoidikositetraëder.

§. 119. Die Flächen des Würfels stumpfen an $\left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$ die oktaëdrischen Ecken ab, und erscheinen dann gewöhnlich soweit ausgebildet, daß sie durch die Ecken E dieses Trapezoidikositetraëders hindurchgehen (Fig. 167.). Diese Combination hielt man früher für eine von 30 rhombischen Flächen begrenzte Form, aber nur die 6 Flächen $\infty O\infty$ sind rhombisch, die 24 Flächen $\left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$ sind Trapezoide.

An dem Trapezoidikositetraëder $\left[\frac{4O2}{2}\right]$ stumpft das in gleicher Stellung befindliche Pentagonaldodekaëder $\frac{2O\infty}{2}$ die Kanten ab, welche den Höhenlinien der Pentagonaldodekaëderflächen entsprechen (§. 118.). Fig. 168. zeigt diese Combination: $+\left[\frac{4O2}{2}\right]\cdot+\frac{2O\infty}{2}$.

An dem vorherrschenden Pentagonaldodekaëder $\frac{2O\infty}{2}$ bildet

Digitized by Google

das in gleicher Stellung befindliche Trapezoidikositetraëder $\left[\frac{4O2}{2}\right]$ dreiflächige Zuspitzungen der heraëdrischen Ecken (Fig. 169., wo eine Fläche von $\left[\frac{4O2}{2}\right]$ mit x bezeichnet ist). Die Zuspitzungsflächen sind viereckig, und schneiden die Pentagonaldodekaëderflächen in Kanten, welche den Höhenlinien der letzteren parallel sind; und die drei Kanten, die in der zugespitzten Ecke zusammenstoßen, sind gleichfalls damit parallel.

Man darf diese Combination nicht verwechseln mit der des Pentagonaldodekaëders $\frac{2O\infty}{2}$ und des Ikositetraëders 2O2 (Fig. 170., wo eine Fläche von 2O2 mit y bezeichnet ist); auch hier sind die Zuspitzungsflächen viereckig, und gehen die Combinationskanten den Höhenlinien auf den Flächen der ersteren Form parallel, aber die in den zugespitzten Ecken zusammenstoßenden Kanten von 2O2 sind mit diesen Combinationskanten nicht parallel, sondern convergiren nach den Ecken hin gegen sie.

Ganz anders wird das Pentagonaldodekaëder $\frac{2O\infty}{2}$ durch die Flächen des Trapezoidikositetraëders $\left[\frac{3O^3/_2}{2}\right]$ abgeändert. Diese bilden zwar auch dreiflächige Zuspitzungen der heraëdrischen Ecken von $\frac{2O\infty}{2}$, aber die Zuspitzungsflächen sind dreieckig (Fig. 171., wo eine Fläche von $\left[\frac{3O^3/_2}{2}\right]$ mit z bezeichnet ist); die Combinationskanten gehen den Diagonalen (§. 115.) der Flächen von $\frac{2O\infty}{2}$ parallel. — Zu dieser Combination treten manchmal noch die Flächen von O, und stumpfen die eben besprochene dreiflächige Zuspitzung ab; der Krystall erscheint dann wie Fig. 162., wenn man sich hier die Combinationskanten zwischen $\frac{2O\infty}{2}$ und O schief abgestumpft denkt.

Digitized by Google

§. 120. In dem Vorstehenden sind diejenigen hemiëdrischen Formen des regulären Systems erörtert worden, welche als wirklich in der Natur vorkommend beobachtet worden sind. Andere Formen sind noch möglich, aber bis jetzt noch nicht vorgefunden worden.

Die besprochenen hemiëdrischen Formen entstanden aus holoëdrischen Formen durch abwechselndes Wachsen und Verschwinden

einzelner Flächen; so das Tetraëder aus dem Oktaëder, das Pentagonaldodekaëder aus dem Tetrakisheraëder;

zweiflächiger Flächensysteme: das Trapezoidikositetraeder aus dem Herakisoktaëder;

dreiflächiger Flächensysteme: das Triakistetraëder aus dem Ikositetraëder, das Deltoiddodekaëder aus dem Triakisoktaëder;

sechsflächiger Flächensysteme: das Herakistetraëder aus dem Herakisoktaëder.

Von diesen Formen haben einige (Tetraëder, Triakistetraeder, Deltoiddodekaëder, Herakistetraëder) keine parallele Flächen und Kanten; an anderen (Pentagonaldodekaëder, Trapezoidikositetraëder) sind parallele Flächen und parallele Kanten vorhanden. Man unterscheidet erstere als geneigtflächig hemiëdrische oder tetraëdrisch-hemiëdrische Formen, letztere als parallelflächig hemiëdrische oder pyritoidisch-hemiëdrische oder (Pentagonal-) dodekaëdrisch-hemiëdrische Formen.

Diese zwei Arten von Formen sind von einander in mehrfacher Beziehung unterschieden und getrennt. Was ihre symmetrische Ausbildung betrifft, so ist zu merken, daß bei den geneigtflächig hemiëdrischen Formen jede heraëdrische Axe (§. 85.) an verschiedenartigen Theilen der Krystallform ausmündet; so z. B. verbindet eine heraëdrische Axe in dem Tetraëder ein Eck mit dem Mittelpunkt der gegenüberstehenden Fläche. In den holoëdrischen Formen verbinden die heraëdrischen Axen die heraëdrischen Ecken oder was an deren Stelle liegt, wie bei dem Oktaëder die Mittelpunkte gegenüberliegender Flächen (vergl. §. 85.); wird eine holoëdrische Form geneigtflächig hemiëdrisch, so wächst die Fläche oder das Flächensystem an dem einen Ende einer heraëdrischen Axe, und verschwindet die Fläche oder das Flächensy-

Digitized by Google

stem an dem anderen Ende derselben heraëdrischen Are; in der entstehenden hemiëdrischen Form muß also die heraëdrische Are an ungleichen Stellen des Krystalls ausmünden.

In den parallelflächig hemiëdrischen Formen hingegen mündet jede heraëdrische Are an gleichen Stellen der Krystallform aus. Das Pentagonaldodekaëder hat 8 unter sich gleiche heraedrische Ecken; eben so das Trapezoïdikositetraëder; durch je zwei derselben geht bei ihnen eine heraëdrische Are.

Die oktaëdrischen Aren, welche wir in dem Vorhergehenden immer als Aren schlechtweg bezeichneten, verbinden bei den geneigtflächig hemiëdrischen wie bei den parallelflächig hemiëdrischen Formen gleiche Stellen, in Beziehung auf die heraëdrischen Aren aber sind die ersteren anders ausgebildet als die letzteren.

Es scheint hiermit zusammenzuhängen, daß geneigtflächig hemiëdrische und parallelflächig hemiëdrische Formen sich nie combiniren. Geneigtflächig hemiëdrische Formen combiniren sich unter sich und mit holoëdrischen Formen, und eben so parallelflächig hemiëdrische; aber wo eine geneigtflächig hemiëdrische Form in Combination beobachtet ist, kann keine parallelflächig hemiëdrische auftreten; das Vorkommen beider Arten von Formen an derselben Substanz ist wenigstens nie beobachtet worden.

Zwillinge der hemiëdrischen Formen.

§. 121. Die hemiëdrischen Formen des regulären Systems bilden Zwillinge nach demselben Gesetz, wie die holoëdrischen Formen (vergl. §. 93.), nämlich daß die zwei Individuen, welche zu einem Zwilling vereinigt sind, eine einer Oktaëderfläche parallele Fläche gemeinsam haben, und um 180° um eine auf diese Fläche rechtwinklige Linie (um eine heraëdrische Are) gegen einander gedreht sind. So finden sich am Fahlerz Zwillinge: zwei Tetraëder haben eine heraëdrische Are (hier also eine Linie, welche ein Tetraëdereck mit dem Mittelpunkte der gegenüberliegenden Fläche verbindet) gemeinsam, und das eine ist um diese Are um 180° gegen das andere gedreht; die Flächen dieser beiden Tetraëder, in welchen die gemeinschaftliche heraëdrische Are ausmündet, liegen in Einer Ebene. Fig. 31. zeigt diese Zwillings-

Digitized by Google

bildung so gezeichnet, daß die gemeinschaftliche heraëdrische Are senkrecht steht.

Bei allen oben §. 92. bis 99. betrachteten Zwillingen und bei dem eben besprochenen stehen die Arensysteme der beiden Krystallindividuen, die den Zwilling bilden, nicht parallel. Holoëdrische Formen können unmöglich Zwillinge bilden, deren Individuen parallele Arensysteme haben; sie können nur Zusammenwachsungen von einzelnen Krystallen bilden, deren Aren parallel liegen. Denn sobald man sich solche holoëdrische Formen mit parallelen Arensystemen so gerückt denkt, daß sie Einen Punkt gemeinschaftlich zum Mittelpunkt haben, so fallen ihre entsprechenden Flächen zusammen, es entsteht dann nur ein einfacher Krystall. Bei hemiëdrischen Krystallen kann man sich hingegen über ein und dasselbe Arensystem zwei in ihrer Stellung ganz verschiedene Formen denken, und sie können mithin Zwillingskrystalle mit parallelen Arensystemen bilden. Solche Zwillinge finden sich denn auch bei geneigtflächig hemiëdrischen und bei parallelflächig hemiëdrischen Formen; Fig. 172. stellt einen Durchkreuzungszwilling dar, gebildet aus zwei Tetraëdern mit parallelen Aren, von denen das eine um eine oktaëdrische Are um 180° gegen das andere gedreht ist (die Form findet sich am Diamant); Fig. 173. einen nach demselben Gesetz gebildeten Durchkreuzungszwilling, welcher durch zwei in entgegengesetzter Stellung befindliche Pentagonaldodekaëder $\frac{2O\infty}{2}$ hervorgebracht wird (Eisenkies).

Uebersicht einiger im regulären System krystallisirenden Substanzen.

§. 122. Unter den Substanzen, welche in Formen des regulären Systems krystallisiren, heben wir folgende als die wichtigsten hervor.

Die meisten der chemisch unzerlegbaren Substanzen gehören hierher, namentlich:

Kohlenstoff (C) in der Modification als Diamant zeigt

Digitized by Google

vorzüglich $\pm \frac{O}{2}$ (Fig. 136.), meist im Gleichgewicht zu O (Fig. 73.) vereinigt, und ∞O (Fig. 80.); sodann mO (ähnlich Fig. 94.), mOn (ähnlich Fig. 98.), $mO\infty$ (ähnlich Fig. 95.); Combinationen wie Fig. 74., 78. u. a.; Zwillinge wie Fig. 115. und 120. (vergl. §. 93.), 125. und 130. (vergl. §. 98.), Figur 172. (vergl. §. 121.) u. a. Sehr vollkommen spaltbar parallel O. — Der Kohlenstoff ist dimorph, vergl. §. 236.

Phosphor (P) zeigt O (Fig. 73.) und ∞O (Fig. 80.).

Kalium (K) zeigt sublimirt $\infty O \infty$ (Fig. 77.), und auf Schnittflächen Würfelzeichnungen.

Natrium (Na) gleichfalls, und Aggregate von O (vergl. §. 90.).

Am Magnesium (Mg) ist O (Fig. 73.) beobachtet.

Titan (Ti) zeigt $\infty O \infty$ (Fig. 77.); Spaltbarkeit parallel O, $\infty O \infty$ und ∞O.

Wismuth (Bi) zeigt $\infty O \infty$ (Fig. 77.), und $\infty O \infty . O$ (Fig. 76.), auch $\frac{O}{2}$ (Fig. 134.); sehr deutlich spaltbar parallel O.

Cadmium (Cd) zeigt O (Fig. 73.)

Eisen (Fe) zeigt manchmal Spaltbarkeit parallel $\infty O \infty$, auch Aggregate von O (vergl. §. 90.).

An Blei (Pb) ist O (Fig. 73.) beobachtet.

Kupfer (Cu) zeigt $\infty O \infty$ (Fig. 77.), O (Fig. 73.), ∞O (Fig. 80.), $2O\infty$ (Fig. 95.), und Combinationen derselben wie Fig. 74., 76., 81., 82., 84., $\infty O \infty . 2O \infty$ ähnlich Fig. 96., u. a.; auch Aggregate von O (vergl. §. 90.). Zwillingskrystalle wie Fig. 123. (vergl. §. 95. und 97.) und wie Fig. 126—128. oder 131—133. (vergl. §. 99.).

Am Quecksilber (Hg) ist O (Fig. 73.) beobachtet.

Silber (Ag) zeigt $\infty O \infty$ (Fig. 77.), O (Fig. 73.), ∞O (Fig. 80.), selten $3O3$ (Fig. 87.); Combinationen wie Fig. 74., 76.; Zwillinge wie Fig. 117. oder 122. (vergl. §. 94. und 96.).

Gold (Au) zeigt $\infty O \infty$ (Fig. 77.), O (Fig. 73.), ∞O (Fig. 80.), $3O3$ (Fig. 87.) selbstständig oder in Combinationen wie Fig. 74., 76., 82., $\infty O \infty . 3O3$ ähnlich Fig. 91., u. a.

Palladium (Pd) zeigt wahrscheinlich auch $\infty O \infty$ (Figur 77.) und O (Fig. 73.), und ist dann dimorph, vergl. §. 236.

Digitized by Google

§. 123. Auch die meisten Verbindungen von Metallen unter sich krystallisiren regulär.

Kaliumamalgam, Ammoniumamalgam und Zinnamalgam zeigen $\infty O \infty$ (Fig. 77.), Cadmiumamalgam O (Fig. 73.); Silberamalgam vorherrschend ∞O (Fig. 80.), in Combination mit O (Fig. 79.) 202 (Fig. 85.), $\infty O \infty$ u. a.

Goldsilber (Elektrum) zeigt die für Gold und Silber angegebenen Formen, Iridiumplatin Combinationen von $\infty O \infty$ und ∞O (Fig. 74., 75., 76.).

§. 124. Arsenikkobalt (Speiskobalt, CoAs, wo Co theilweise durch Fe oder Ni) und Arsenikнickel (Weißnickelkies, NiAs, wo Ni theilweise durch Fe oder Co ersetzt sein kann) sind isomorph; sie zeigen vorherrschend $\infty O \infty$ (Fig. 77.), auch O (Fig. 73.), Combinationen wie Fig. 74., 75., 76., 82., 84. u. a.

Arsenikkobalt (Tesseralkies, Co_2As_3) zeigt dieselben Formen.

§. 125. An Nickeloxydul (NiO) ist O (Fig. 73.) beobachtet.

Isomorph sind arsenige Säure (AsO_3) und Antimonoxyd (SbO_3); erstere krystallisirt meistens regulär und zeigt dann O (Fig. 73., vergl. §. 90.), letzteres selten und zeigt dann dieselbe Form. Beide sind dimorph; vergl. §. 287.

Eine große Anzahl isomorpher Substanzen entsteht durch Vereinigung eines Metalloxyds MeO mit einem Me_2O_3; so

MgO, Al_2O_3 = Spinell,
ZnO, Al_2O_3 = Gahnit,
FeO, Al_2O_3 = Zeilanit,
FeO, Fe_2O_3 = Magneteisen,
ZnO, Fe_2O_3 = Franklinit,
FeO, Cr_2O_3 = Chromeisen

u. a. (Pleonast, Chlorospinell z. B.), da in den genannten Formeln sich die ersten Glieder unter sich, und eben so auch die zweiten in wechselnden Verhältnissen vertreten können (in den obigen Formeln sind die vorwaltenden Bestandtheile als die alleinigen geschrieben). Herrschende Form ist meistens O (Fig. 73.), auch ∞O (Fig. 80.); Combinationen wie Fig. 74., 75., 76., 78., 79. u. a. Zwillinge wie Fig. 115. oder 120. (vergl. §. 93.).

Kupferoxydul (Rothkupfererz, Cu_2O) zeigt O (Fig. 73.),

Digitized by Google

∞O (Fig. 80.), $\infty O \infty$ (Fig. 77.); Combinationen wie Fig. 74., 76., 78., 79., 81., 83. u. a.; Spaltbarkeit parallel O. An künstlich dargestelltem Schwefelkupfer (Cu_2S) wurde O (Fig. 73.) beobachtet (es ist dimorph, vergl. §. 288.); an Kupferchlorür (Cu_2Cl) $\frac{O}{2}$ (Fig. 134.).

§. 126. Viele Verbindungen, welche auf 1 Atom Metall 1 Atom Schwefel, Selen oder Tellur enthalten, krystallisiren im regulären System.

Schwefelmangan (Schwarzerz, Alabandin, MnS) zeigt $\infty O \infty$ (Fig. 77.); spaltbar nach $\infty O \infty$.

Schwefelzink (Blende, ZnS) zeigt ∞O (Fig. 80.); $\pm \frac{O}{2}$ (Fig. 136.), auch im Gleichgewicht zu O (Fig. 73.) vereinigt; $\frac{O}{2} . \infty O$ (Fig. 139.) u. a. (vergl. §. 107.). Zwillinge wie Fig. 115. o. 120. (vergl. §. 93.), und wie Fig. 125. o. 130. (vergl. §. 98.). Höchst vollkommen spaltbar parallel ∞O.

Schwefelblei (Bleiglanz, PbS) zeigt $\infty O \infty$ (Fig. 77.) vorwaltend, und O (Fig. 73.), ∞O (Fig. 80.), $2O$ (Fig. 94.), $2O2$ (Fig. 86.) u. a. in Combinationen wie Fig. 74., 75., 76., 83., 84., 91. (auch mit O) u. a. (vergl. §. 75.); Zwillingskrystalle wie Fig. 126. o. 131., 127. o. 132., 128. o. 133 (vergl. §. 99.). Sehr vollkommen spaltbar parallel $\infty O \infty$. — Ihm schließen sich an Tellurblei (PbTe), Selenblei (PbSe) und Selenqueckſilberblei.

Schwefelsilber (Glanzerz, Silberglanz, AgS) zeigt $\infty O \infty$ (Fig. 77.), O (Fig. 73.), ∞O (Fig. 80.), $2O2$ (Fig. 86.), und Combinationen wie Fig. 74., 76., 82., 91., 92. u. a. An dasselbe schließt sich das Selensilber (AgSe).

§. 127. Schwefelkobalt (Kobaltkies, Co_2S_3) zeigt O (Fig. 73.) und $O . \infty O \infty$ (Fig. 74.).

Schwefeleisen (Schwefelkies, Eisenkies, FeS_2) zeigt vorherrschend $\infty O \infty$ (Fig. 77.), O (Fig. 73), $2O2$ (Fig. 86.), $\frac{2O\infty}{2}$ (Fig. 155.), $\frac{3/2 O \infty}{2}$ (ähnlich dem vorigen), $\left[\frac{3O3/2}{2}\right]$ (Fig. 165.), $\left[\frac{4O2}{2}\right]$ (Fig. 164.); Combinationen wie Fig. 74., 75.,

Digitized by Google

76., 157., 158., 160., 161., 162., 163., 167., 168., 169., 171. u. a. (§. 119.); Zwillinge wie Fig. 173. (vergl. §. 121.). Es ist dimorph, vergl. §. 288. — Isomorph damit ist das Schwefelmangan (Hauerit, MnS_2), an welchem gewöhnlich O (Fig. 73.) vorherrscht.

§. 128. Isomorph sind

Arsenikkobalt-Schwefelkobalt (Kobaltglanz, $CoAs + CoS_2$) zeigt $\infty O \infty$ (Fig. 77.), O (Fig. 73.), $\frac{2O\infty}{2}$ (Fig. 155.); und Combinationen wie Fig. 74., 75., 76., 157., 158., 160., 161., 162. u. a. Spaltbar parallel $\infty O \infty$.

Arseniknickel-Schwefelnickel (Nickelglanz, $NiAs + NiS_2$) zeigt dieselben Combinationen und dieselbe Spaltbarkeit.

Antimonnickel-Schwefelnickel (Nickelantimonglanz, $NiSb + NiS_2$) zeigt dieselbe Spaltbarkeit, und meistens O (Fig. 73.) mit Flächen von $\infty O \infty$ (wie Fig. 74.).

§. 129. Schwefelantimon-Schwefelnatrium (Schlippe'sches Salz, $SbS_5 + 3NaS + 18HO$) zeigt $\frac{O}{2}$ (Fig. 134.), und Combinationen wie Fig. 136., 139. u. a. (vergl. §. 103.).

Fahlerz (nach L. Gmelin $4MS, RS_3 + 4M_2S, RS_3$ [wo $MS = ZnS, FeS, HgS, AgS$ oder CuS; $M_2S = Cu_2S$; $RS_3 = AsS_3$ oder SbS_3]; nach H. Rose $4MS, RS_3 + 2[4M_2S, RS_3]$; je nach der Zusammensetzung werden Tennantit, lichtes und dunkles Fahlerz oder Fahlerz und Schwarzerz u. a. unterschieden) zeigt selbstständig oder vorherrschend $\frac{O}{2}$ (Fig. 134.), ∞O (Fig. 80.), $\frac{2O2}{2}$ (Fig. 144.); Combinationen wie Fig. 136., 139., 140., 146., 147., 148., 151. u. a. (vergl. §. 107., 110., 113.); Zwillinge wie Fig. 31. (vergl. §. 121.).

§. 130. Viele Verbindungen, welche 1 Atom eines Salzbilders auf 1 Atom eines Metalls enthalten, krystallisiren regulär.

Chlorammonium (Salmiak, AmCl) zeigt O (Fig. 73.), $\infty O \infty$ (Fig. 77.), ∞O (Fig. 80.), $2O2$ (Fig. 86.); Combinationen wie Fig. 74., 75., 76., 82., 84. (vergl. §. 60., 62., 71.); Zwillingskrystalle wie Fig. 126. o. 131., 127 o. 132., 128 o. 133. (vergl. §. 99.). Spaltbar parallel O.

Digitized by Google

Jod-, Brom- und Cyanammonium (AmJ, AmBr, AmCy) zeigen vorwaltend ∞O∞.

Chlorkalium (KCl), Bromkalium (KBr), Jodkalium (KBr), Fluorkalium (KFl), Cyankalium (KCy) zeigen meist ∞O∞ (Fig. 77.), seltener O (Fig. 73.) und Combinationen beider, selten Fig. 82. (vergl. §. 67.). Wohl sämmtlich spaltbar parallel ∞O∞. Zwillinge wie bei Chlorammonium (vergl. §. 99.).

Chlornatrium (Kochsalz, Steinsalz, NaCl) zeigt ∞O∞ (Fig. 77.), O (Fig. 73.), und Combinationen wie Fig. 74., 75., 76., 82., 84., ∞O∞ . 2O∞ (ähnlich Fig. 96.) u. a. Sehr vollkommen spaltbar parallel ∞O∞. (Vergl. §. 60., 63., 67., 78., 90.) — Jodnatrium (NaJ), Bromnatrium (NaBr), Fluornatrium (NaFl) zeigen vorzugsweise ∞O∞ (Fig. 77.); alle auch Zwillinge wie Chlorammonium (vergl. §. 99.).

An Chlorlithion (LiCl) ist gleichfalls ∞O∞ (Fig. 77.) beobachtet.

Fluorcalcium (Flußspath, CaFl) zeigt ∞O∞ (Fig. 77.), O (Fig. 73.), ∞O (Fig. 80.), 3O∞ (ähnlich Fig. 95.), und Combinationen wie Fig. 74., 75., 76., 78., 82., 91., 96., 100 u. a. (vergl. §. 91.). Zwillinge wie bei Chlorammonium (vergl. §. 99.). Sehr vollkommen spaltbar parallel O.

An Chloruran (UCl) ist O (Fig. 73.) beobachtet.

Jodzink (ZnJ) zeigt O (Fig. 73.), und Combinationen mit ∞O∞ wie Fig. 74. und 75.

Chlorsilber (AgCl) und Bromsilber (AgBr) zeigen O (Fig. 73.), ∞O∞ (Fig. 77.), und Combinationen wie Fig. 74., 75., 76., 81., 82.

§. 131. Cyanzink-Cyankalium (ZnCy + KCy) und Cyancadmium-Cyankalium (CdCy + KCy) zeigen O (Figur 73.); ebenso Cyanquecksilber-Cyankalium (HgCy + KCy) und Cyansilber-Cyankalium (AgCy + KCy).

Die Doppelsalze von Chlorammonium oder Chlorkalium mit Zinn-, Platin-, Palladium-, Iridium- oder Osmiumchlorid (allgemeine Formel, wenn A das Alkalimetall, Me das andere bedeutet: $MeCl_2 + ACl$) und die entsprechenden Brom- oder Jodverbindungen zeigen vorherrschend oder allein O (Fig. 73.), seltener (nur die Zinnsalze häufig) O.∞O∞ (Fig. 74. o. 75.). (Vergl. §. 90.)

Digitized by Google

§. 132. Borarſaures Natron (oktaëdriſcher Borar, $NaO, 2BO_3 + 5HO$) zeigt O (Fig. 73.).

Borarſaure Magneſia (Boracit, $3MgO, 4BO_3$) zeigt als vorherrſchende Formen $\infty O \infty$ (Fig. 77.), ∞O (Fig. 80.), $\frac{O}{2}$ (Fig. 134.), oder $+\frac{O}{2} . -\frac{O}{2}$ im Gleichgewicht zu O (Fig. 73.) vereinigt, und die Combinationen Fig. 137., 140., 141., 142., 143., 154. u. a. (Vergl. §. 103., 113.)

Chlorſaures und bromſaures Natron (NaO, ClO_5 und NaO, BrO_5) zeigen $\frac{O}{2}$ (Fig. 134.), und die Combinationen Fig. 136., 137., 139., 140. u. a. (vergl. §. 103.); ſeltener $\infty O \infty$ (Fig. 77.).

Salpeterſaurer Baryt, Strontian oder Bleioxyd (BaO, NO_5; SrO, NO_5; PbO, NO_5) zeigen vorwaltend O (Fig. 73.), häufig Combinationen mit $\infty O \infty$ wie Fig. 74 o. 75.; das Bleiſalz auch $\frac{2O\infty}{2}$ in der Combination Fig 159. (vergl. auch §. 83.).

Chlorſaures Nickeloxydul und Kupferoxyd ſowie bromſaures Nickeloxydul, Zinkoxyd und Magneſia (allgemeine Formel: $MeO, \frac{Cl}{Br}O_5 + 6HO$, wo Me = Ni, Cu, Zn oder Mg) zeigen O (Fig. 73.).

Arſenikſaures Eiſenoxyd-Eiſenoxydul (Würfelerz, $FeO, Fe_2O_3, AsO_5 + 6HO$) zeigt $\infty O \infty$ (Fig. 77.), und Combinationen wie Fig. 82., 138. u. a.

§. 133. Die große Gruppe der Alaune umfaßt die Doppelſalze aus ſchwefelſaurem Alkali (Kali, Ammoniumoxyd, Natron, Lithion) und ſchwefelſaurer Thonerde, Eiſen-, Mangan- oder Chromoxyd; allgemeine Formel, wenn A = K, Am, Na oder L, Me = Al, Fe, Mn, Cr iſt: $Me_2O_3, 3SO_3 + AO, SO_3 + 24HO$. Sie zeigen vorwaltend O (Fig. 73.), ſeltener $\infty O \infty$ (Fig. 77.); Combinationen wie Fig. 74., 75., 76., 78., 82., 83., 84., 92., 93., 97., 99. u. a.; Verzerrungen u. a. wie Fig. 104. bis 109. (vgl. §. 67., 70., 71., 72., 74., 80., 81., 84 — 88., 116.).

Digitized by Google

§. 134. Die Gruppe der Granate umfaßt kieſelſaure Verbindungen von der Formel $3MeO, SiO_3 + Me_2O_3, SiO_3$ nach Berzelius, $3MeO, 2SiO_2 + Me_2O_3, SiO_2$ nach L. Gmelin, wo $MeO = CaO, MgO, MnO$ oder FeO, und $Me_2O_3 = Al_2O_3, Fe_2O_3$ oder Mn_2O_3 iſt, und je nach der Zuſammenſetzung Kaneelſtein, Groſſular, Almandin, Melanit, Pyrop u. a. unterſchieden werden. Selbſtſtändige oder herrſchende Formen ſind ∞O (Fig. 80.) und $2O2$ (Fig. 86.); gewöhnlichere Combinationen wie Fig. 81., 85. u. a. (vergl. §. 81.). Die Zuſammenſetzung des Granats zeigt ſich auch mit weſentlich verſchiedener Kryſtallgeſtalt, iſt dimorph; vergl. §. 181.

§. 135. Leucit ($3KO, 2SiO_3 + 3[Al_2O_3, 2SiO_3]$ nach Berzelius', $KO, SiO_2 + Al_2O_3, 3SiO_2$ nach L. Gmelin's Bezeichnung) zeigt $2O2$ (Fig. 86.).

Analcim ($3NaO, 2SiO_3 + 3[Al_2O_3, 2SiO_3] + 6HO$ nach Berzelius', $NaO, SiO_2 + Al_2O_3, 3SiO_2 + 2HO$ nach L. Gmelin's Bezeichnung) zeigt $2O2$ (Fig. 86.) und daſſelbe mit $\infty O \infty$ combinirt (Fig. 91.).

§. 136. Von Verbindungen der organiſchen Chemie heben wir hier (außer den Cyanverbindungen, welche wegen analoger Zuſammenſetzung mit den Chloriden ꝛc. ſchon §. 130. und 131. genannt wurden) nur folgende hervor:

Gewöhnlicher Kampher ($C_{10}H_8O$) zeigt O (Fig. 73).

Eſſigſaures Uranoxyd-Natron ($2[U_2O_3, C_4H_3O_3] + NaO, C_4H_3O_3$) zeigt vorherrſchend $\frac{O}{2}$ (Fig. 134.), gewöhnlich combinirt mit ∞O (Fig. 139.).

Digitized by Google

Quadratisches System.

§. 137. Die Krystalle des quadratischen Systems haben drei zu einander rechtwinklige Aren, von denen zwei (die Nebenaren) gleichartig sind, die dritte (die Hauptare) ungleichartig ist. Jede Form dieses Systems wird bei der Betrachtung so gestellt, daß die Hauptare senkrecht steht, und die eine Nebenare gegen den Beobachter gerichtet ist. In dieser Stellung zeigen alle Krystalle des quadratischen Systems gleiche Ausbildung links, rechts, vorn und hinten, andere Ausbildung aber oben und unten.

Die Hauptare ist von den Nebenaren verschieden, zunächst in Beziehung darauf, daß die Krystalle an den Enden der ersteren anders ausgebildet sein können, als an den Enden der letzteren; sodann aber auch in Beziehung auf die Größe. Den Nebenaren bleibt die Bezeichnung a, die Hauptare wird mit c bezeichnet. Die Lage der Flächen wird eben so angegeben wie früher; $a : a : c$ bedeutet eine Fläche, welche die zwei gleichartigen Aren in demselben Abstand vom Mittelpunkt, die ungleichartige aber in einem anderen Abstand vom Mittelpunkt schneidet; um die Lage dieser Flächen genauer noch zu bestimmen, läßt man c eine bestimmte Zahl bedeuten, die, wie später (§. 170.) anzugeben ist, bei jeder einzelnen quadratisch krystallisirenden Substanz besonders ermittelt werden muß. Die Größe der Hauptare wird dann stets bezogen auf die Länge einer Nebenare als Einheit; bei einem Krystall, wo $c = 1{,}888$ ist, bedeutet also $a : a : c$ eine Fläche, welche die Hauptare in dem 1,888fach so großen Abstand vom Mittelpunkt schneidet, als die zwei

Digitized by Google

Nebenaren. $a : a : \infty c$ bedeutet Flächen, von denen jede die zwei Nebenaren gleich weit vom Mittelpunkt schneidet, und mit der Hauptare parallel geht. Die Abkürzung dieser Formeln wird bei den einzelnen Gestalten besprochen werden.

Ueber die Zeichnung des Arenkreuzes des quadratischen Systems braucht kaum etwas besonders gesagt zu werden; man zeichnet die in Wirklichkeit zu einander rechtwinkligen Linien, wie §. 17. angegeben wurde, markirt auf der von links nach rechts und auf der von vorn nach hinten gehenden Punkte, welche in Wirklichkeit gleich weit vom Mittelpunkt abstehen, und auf der von oben nach unten gehenden Punkte, welche c mal so weit vom Mittelpunkt entfernt sind, als die ersteren. So stellen die punktirten Linien Fig. 361. ein Arenkreuz dar, an welchem $c = 0{,}85$.

Einfache holoëdrische Formen.

§. 138. Die einfachste Form, welche dieses System aufzuweisen hat, ist begrenzt durch Flächen in der Richtung $a : a : c$. Solcher Flächen kann man um ein Arenkreuz acht legen; sie begrenzen eine doppelte quadratische Pyramide oder quadratische Pyramide schlechtweg, die auch als gleichkantige vierseitige oder tetragonale Pyramide, viergliedriges Oktaëder, Quadratoktaëder bezeichnet wird.

Es ist eine solche (Fig. 360., 361., 362.) begrenzt durch 8 gleichschenklige Dreiecke. Sie hat 6 Ecken, welche aber zweierlei Art sind; 2 Ecken A liegen an den Enden der Hauptare, 4 Ecken B an den Enden der Nebenaren; erstere heißen Endecken, letztere Seitenecken. Sie hat 12 Kanten, welche gleichfalls zweierlei Art sind; 4 Seitenkanten, BB, verbinden je zwei Seitenecken, 8 Endkanten, AB, verbinden je ein Seiten- und ein Endeck.

Eine quadratische Pyramide ist somit von dem Regulär-oktaëder sehr verschieden, welches gleichseitig dreieckige Flächen, 6 gleiche Ecken und 12 gleiche Kanten hat. Sie unterscheidet sich davon in den Dimensionen, sofern bei dem Regulär-oktaëder alle Aren gleich lang sind, bei einer quadratischen Pyramide aber die 2 Nebenaren gleich, und die Hauptare ungleich lang. Ist

Digitized by Google

die Hauptaxe kleiner als die Nebenaxe (Fig. 360.), so sind die Flächen der quadratischen Pyramide stumpfe gleichschenklige Dreiecke, und die Pyramide selbst heißt dann eine stumpfe; ist die Hauptaxe größer (Fig. 362.), so sind die Flächen spitze gleichschenklige Dreiecke, die Pyramide selbst eine spitze *). — Bei dem Reguläroktaëder giebt jeder Schnitt parallel zwei Axen ein Quadrat; bei einer quadratischen Pyramide giebt nur ein Schnitt parallel den Nebenaxen ein Quadrat, ein parallel einer Neben- und der Hauptaxe gelegter einen Rhombus.

Die verschiedenen Substanzen, welche in dem quadratischen System krystallisiren, zeigen sehr verschieden spitze und stumpfe Pyramiden; es können solche vorkommen, welche den Dimensionen nach von einem Reguläroktaëder kaum zu unterscheiden sind, denn da die Hauptaxe sehr verschiedene Länge haben kann, so kann ihre Länge möglicher Weise auch einmal so nahe = 1, d. i. so nahe gleich der einer Nebenaxe sein, daß der Unterschied kaum bestimmbar ist. Aber auch dann ist eine solche quadratische Pyramide keineswegs mit einem Reguläroktaëder identisch; an der ersteren können z. B. die Endecken abspaltbar sein, ohne daß auch die Seitenecken abspaltbar zu sein brauchen, oder umgekehrt, während bei einem Reguläroktaëder alle Ecken sich durch Spaltung abstumpfen lassen müssen, wenn Eine Ecke dieses zuläßt. Eben so sind alle Kanten eines Reguläroktaëders gleich, und werden mithin alle auf gleiche Weise abgeändert, während bei einer quadratischen Pyramide sich die Endkanten und die Seitenkanten ganz unabhängig von einander verändern; letztere können z. B. Abstumpfung durch Spaltung zulassen, ohne daß man dieselbe Veränderung an den Endkanten hervorbringen kann. (Ueber Verwechslungen vergl. sonst noch §. 249., 257., 259., 268., 319.)

Zur genaueren Bestimmung einer quadratischen Pyramide, d. i. zur Ermittelung des Größenverhältnisses zwischen der Hauptaxe und einer Nebenaxe, dient die Bestimmung eines Winkels an der Pyramide; man kann messen, unter welchem Winkel die

*) Modell 20. zeigt eine stumpfe, Modell 21. eine spitze quadratische Pyramide. In der ersteren ist die Hauptaxe 0,85, in der letzteren 1,2mal so groß, als eine Nebenaxe.

Digitized by Google

Flächen in einer Endkante, oder unter welchem sie in einer Seitenkante zu einander geneigt sind. Ueber die Ableitung des Axenverhältnisses aus einer solchen Messung vergl. §. 170.

§. 139. Verschiedene Substanzen zeigen sehr verschieden spitze oder stumpfe Pyramiden. An dem rothen Queckſilberjodid (Hg J) ist z. B. die Hauptaxe 1,997mal, an dem Honigstein 0,7453mal so groß als eine Nebenaxe. Aber auch an Krystallen von einer und derselben Substanz kommen verschiedene Pyramiden vor, selbst an einem und demselben Krystall. So z. B. zeigt sich an dem quadratischen schwefelsauren Nickeloxydul eine Gestalt, wie Fig. 32. darstellt: eine Combination zweier Pyramiden, welche in der Figur beide nach den vorderen Kanten vollständig gezeichnet sind; von beiden zeigt sich an dem wirklichen Krystall nur so viel, daß die in Fig. 32. durch Schattirung hervorgehobene Form entsteht; die stumpfere Pyramide bildet an der spitzeren Zuspitzungen der Endecken.

Die verschiedenen Pyramiden, welche sich an Krystallen derselben Substanz finden, stehen indeß alle unter einander in einfachen Verhältnissen, was die Größe der Hauptaxen gegen die der Nebenaxen angeht. So z. B. combiniren sich an dem schwefelsauren Nickeloxydul, Fig. 32., zwei Pyramiden, an deren einer die Hauptaxe 1,888mal so groß als eine Nebenaxe ist, während an der anderen die Hauptaxe 0,944mal so groß als eine Nebenaxe ist. Die Längen der Hauptaxen, auf gleiche Längen der Nebenaxen bezogen, verhalten sich hier wie 2 : 1. So kommen Pyramiden zusammen in Combination vor, deren Hauptaxen, auf gleiche Längen der Nebenaxen bezogen, sich verhalten wie 1 zu ½ oder zu ⅓ oder zu 2 oder zu ⅔ u. s. w. — Man wählt eine der Pyramiden zum Ausgangspunkt für die Bezeichnung der übrigen, zur Grundform; z. B. diejenige, parallel deren Flächen Spaltbarkeit vorhanden ist, oder auf welche sich die anderen am einfachsten beziehen lassen (es wird dieses letztere an einem bestimmten Beispiel §. 156. deutlicher werden). In letzterer Beziehung nimmt man z. B. bei dem schwefelsauren Nickeloxydul die Pyramide zur Grundform, an welcher die Hauptaxe 1,888mal so groß als eine Nebenaxe ist; die Lage der Flächen derselben ist bezeichnet durch $a : a : c$, wenn a irgend einen Abstand (vom Mittelpunkt) auf einer Nebenaxe, c den 1,888fachen auf der Haupt-

Digitized by Google

are bedeutet; außerdem kommen noch vor verschiedene andere Pyramiden, deren Flächen allgemein die Lage haben $a : a : m\,c$, wo m eine Zahl ausdrückt, die zu 1 in einem einfachen und rationalen Verhältniß steht. So treten am schwefelsauren Nickeloxydul auch Flächen $a : a : \frac{1}{2}\,c$ und $a : a : \frac{1}{3}\,c$ auf, an anderen Substanzen (für deren Grundform der Werth von c natürlich eine ganz andere Zahl sein kann) Flächen $a : a : 2\,c$, $a : a : \frac{3}{2}\,c$, $a : a : 3\,c$ u. s. w.

Diese Bezeichnungen werden abgekürzt in der Weise geschrieben, daß man die Grundform mit P bezeichnet, und bei jeder anderen Pyramide durch eine vor P gesetzte Zahl angiebt, wie ihre Hauptaxe im Verhältniß zu der der Grundform anders ist. Es werden also die Bezeichnungen

$a : a : c$	abgekürzt zu	P
$a : a : \frac{1}{2}\,c$		$\frac{1}{2}$ P
$a : a : 3\,c$		3 P

§. 140. Von einer Grundform aus leitet sich also eine Reihe von Pyramiden ab, welche theils spitzer, theils stumpfer als die Grundform sind; erstere entstehen, indem man sich die Hauptaxe der Grundform nach einfachen Verhältnissen verlängert, letztere, indem man sie sich ebenso verkürzt denkt.

Die äußerste Grenze für die Verlängerung ist die, daß man sich die Hauptaxe unendlich groß denkt; in diesem Falle werden die Flächen der bisherigen Pyramide der Hauptaxe parallel, je zwei Flächen der bisherigen Pyramide fallen in Eine Ebene zusammen, und es bildet sich ein quadratisches (tetragonales) Prisma (Fig. 363.), dessen Flächen die Lage haben $a : a : \infty\,c$, und dessen abgekürztes Zeichen also ist ∞P. Dieses Prisma ist eine ungeschlossene (nach oben und unten offene) Form; an vollständig ausgebildeten Krystallen kann es nur in Combination mit anderen Formen auftreten. Jedes quadratische Prisma hat vier gleichartige Flächen, und vier gleichartige Kanten; wird in Combinationen eine dieser Kanten durch eine oder mehrere andere Flächen ersetzt, so muß dieselbe Veränderung auch die drei anderen Kanten treffen. (Ueber Verwechslungen dieser Form vergl. §. 250., 257., 259., 314., 329.)

Die äußerste Grenze für die Verkürzung der Hauptaxe der Grundform ist, wenn wir uns ihre Länge $= 0$ denken; dann geht

Digitized by Google

die Pyramide über in eine Fläche, welche die Hauptaxe in O Entfernung von dem Mittelpunkt ſchneidet, wenn ſie durch die beiden Nebenaxen geht. Dieſe Fläche hat alſo das Zeichen $a : a : 0\,c$ oder $0\,P$; ſie heißt die Endfläche oder Baſis. Dieſe ungeſchloſſene Form tritt immer doppelt, oben und unten, an einem Kryſtall auf; dieſes Flächenpaar wird auch als baſiſches Pinakoid bezeichnet.

Fig. 359. bis 363. zeigen, wie aus einer Grundform P ſich die ſtumpferen und ſpitzeren Pyramiden, das Prisma und die Endfläche ableiten.

§. 141. Außer den eben beſprochenen Formen kommen noch andere vor, die ſich weſentlich in Beziehung auf ihre Stellung von jenen unterſcheiden. Die Formen $m\,P$, wo m größer oder kleiner iſt als 1, und $\infty\,P$ haben inſofern gleiche Stellung mit der Grundform, als jede Fläche aller dieſer Formen zwei Nebenaxen in gleichem Abſtand vom Mittelpunkt ſchneidet; es giebt andere Formen, von deren Flächen jede nur eine Nebenaxe ſchneidet, und mit der zweiten parallel läuft.

So zeigen ſich an der Grundform des ſchwefelſauren Nickeloxyduls die Endkanten öfters abgeſtumpft, Fig. 33. **a**.; denkt man ſich dieſe Abſtumpfungsflächen vergrößert, ſo entſteht eine quadratiſche Pyramide von der Form und Stellung, wie ſie Fig. 33. **b**. zeigt. Die Lage der Nebenaxen iſt durch die Grundform in der Art beſtimmt, daß jede zwei ſich gegenüberliegende Seitenecken derſelben verbindet; in Beziehung auf dieſe Nebenaxen haben nun die Flächen der Pyramide, Fig. 33. **b**., eine Lage, die ſich allgemein durch die Formel $a : \infty\,a : m\,c$ ausdrücken läßt, d. h. ſie ſchneiden eine Nebenaxe und die Hauptaxe in irgend einem Verhältniß, und gehen mit der zweiten Nebenaxe parallel. Abgekürzt bezeichnet man dies, indem man durch ein hinter P geſetztes Zeichen andeutet, wie die eine Nebenaxe durch jede Fläche anders geſchnitten wird, als in der Grundform.

Die weitläufigen Zeichen $a : a : c$ ſind abgekürzt P

$a : \infty\,a : c$ $P\,\infty$

$a : \infty\,a : m\,c$ $m\,P\,\infty$

Diejenigen Pyramiden, welche eine ähnliche Stellung wie die Grundform haben (d. h. deren Flächen die zwei Nebenaxen gleich-

Digitized by Google

weit vom Mittelpunkt schneiden, und welche, wenn die Grundform mit einem Seiteneck nach vorn gestellt ist, gleichfalls nach vorn ein Seiteneck hinwenden), nennt man Pyramiden der ersten Ordnung; die anderen eben in Rede stehenden (d. h. deren Flächen mit einer Nebenare parallel gehen, und die bei der angegebenen Stellung der Grundform eine Seitenkante nach vorn hinwenden) Pyramiden der zweiten Ordnung.

Es kommen verschiedene Pyramiden der zweiten Ordnung vor; z. B. außer derjenigen, von deren Flächen jede die Hauptare und eine Nebenare in demselben Verhältniß schneidet, wie dies bei der Grundform der Fall ist ($a : \infty a : c$, abgekürzt $P\infty$), auch solche, bei welchen die Hauptare in geringerem oder größerem Abstand geschnitten wird ($a : \infty a : m c$ oder $mP\infty$, wo m kleiner oder größer als 1 ist, aber stets in einem einfachen und rationalen Verhältniß zu 1 steht); Fig. 370. — 372. zeigen verschiedene solche Pyramiden, deren Bezeichnung sich auf eine Fig. 361. dargestellte Grundform bezieht. Bei den Pyramiden zweiter Ordnung liegt jedes Seiteneck C zwischen zwei Nebenaren, während bei den Pyramiden erster Ordnung (Fig. 360. — 362.) jedes Seiteneck B in einer Nebenare liegt.

§. 142. Wird in dieser Reihe von Formen zweiter Ordnung $m = \infty$, so begrenzen die Flächen von der Lage $a : \infty a : \infty c$ oder $\infty P\infty$ den Raum so, wie es Fig. 373. zeigt; es entsteht so das quadratische Prisma zweiter Ordnung oder das zweite quadratische Prisma, welches bei richtiger Stellung eine Fläche nach vorn wendet, während das oben besprochene quadratische Prisma erster Ordnung oder das erste Prisma, ∞P, eine Kante nach vorn wendet.

Diese zwei Prismen unterscheiden sich von einander nicht in ihrer Form, sondern nur nach ihrer Stellung, und wo sie beide an derselben Substanz vorkommen, in Beziehung auf die verschiedenen Combinationen, die sie bilden (vgl. §. 149. und 150.), manchmal auch nach der Spaltbarkeit (insofern wenn beide Prismen an verschiedenen Krystallen einer Substanz vollständig ausgebildet wären, welche Theilbarkeit parallel den Flächen ∞P besäße, die Spaltungsrichtung an $\infty P\infty$ Abstumpfung der Prismakanten hervorbringen würde; oder umgekehrt), und manchmal nach der Beschaffenheit der Oberfläche (insofern z. B. die Oberfläche von ∞P

Digitized by Google

glänzend, die von $\infty P \infty$ rauh ſein kann; oder umgekehrt). Hinſichtlich der möglichen Verwechslungen des quadratiſchen Prisma's zweiter Ordnung gilt das über das Prisma erſter Ordnung (§. 140.) Geſagte.

Die möglichſte Verkürzung der Hauptare an den Pyramiden zweiter Ordnung giebt ein mit $0P$, der Endfläche, übereinſtimmendes Reſultat.

§. 143. Unter den Pyramiden zweiter Ordnung kommen zwei beſonders häufig vor; eine, deren Flächen dieſelbe Lage und Neigung gegen die Hauptare haben, wie die Endkanten der Grundform, und eine zweite, deren Endkanten dieſelbe Lage und Neigung gegen die Hauptare haben, wie die Flächen der Grundform. Man nennt erſtere die erſte ſtumpfere Pyramide der Grundform, letztere die erſte ſpitzere Pyramide der Grundform.

Es iſt leicht einzuſehen, in welchen Verhältniſſen dieſe beiden Pyramiden zweiter Ordnung die Aren ſchneiden. Fig. 34. zeigt einen Schnitt durch die beiden Nebenaren einer Grundform; die Nebenaren ſind hier durch punktirte, die Seitenkanten der Grundform durch ausgezogene Linien angedeutet. Der Abſtand vom Mittelpunkt, in welchem die Nebenaren von dieſen Seitenkanten geſchnitten werden, heiße a. In dem Mittelpunkt des Arenſyſtems denke man ſich eine Linie ſenkrecht auf die Fläche des Papiers (durch eine eingeſteckte Nadel wird ſie leicht verſinnlicht), deren oberes Ende in einem beliebigen Abſtand c von dem Mittelpunkt entfernt ſei. Die Flächen der Grundform gehen in der Richtung $a:a:c$, die Endkanten derſelben in der Richtung $a:c$, die Flächen der erſten ſtumpferen Pyramide in der Richtung $a:\infty a:c$, d. h. eine von ihnen wird in der Richtung von c nach b und d, eine zweite von c zu d und f u. ſ. w. gehen. Die erſte ſtumpfere Pyramide der Grundform P iſt ſonach $P\infty$, die irgend einer Pyramide erſter Ordnung mP iſt $mP\infty$. — Die Grundform einer jeden Pyramide erſter Ordnung mP erleidet durch ihre erſte ſtumpfere Pyramide eine Abſtumpfung der Endkanten.

Die Endkanten der erſten ſpitzeren Pyramide ſind ſo gegen die Hauptare geſtellt und geneigt, wie die Flächen der Grundform; d. h. dieſe Endkanten gehen in der Richtung h nach c, g

Digitized by Google

nach c u. s. f. Die Flächen der ersten spitzeren Pyramide gehen also von c nach h und g, von c nach g und i u. s. w.; sie haben die Lage $\frac{1}{2}a : \infty a : c$ oder, was dasselbe ist, $a : \infty a : 2c$, und das abgekürzte Zeichen $2P\infty$. Für jede Pyramide mP ist die zugehörige erste spitzere Pyramide $2mP\infty$. — Die Grundform und jede Pyramide erster Ordnung mP bringt an den Endkanten der zugehörigen ersten spitzeren Pyramide Abstumpfung hervor*).

Man kann auch von einer ersten stumpferen Pyramide einer Pyramide zweiter Ordnung $mP\infty$ sprechen, und darunter die Form verstehen, deren Flächen dieselbe Lage gegen die Hauptaxe haben, wie die Endkanten jener Pyramide $mP\infty$. So ist in unserem Beispiel die Pyramide $a : a : c$ oder P die erste stumpfere zu der $a : \infty a : 2c$ oder $2P\infty$, und allgemein ist für jede Pyramide $mP\infty$ die erste stumpfere durch $\frac{1}{2}mP$ gegeben. — Für die Pyramide $a : \infty a : c$ oder $P\infty$ ist weiter die Pyramide $a : a : c$ oder P die erste spitzere, und allgemein ist für jede Pyramide $mP\infty$ eine Pyramide mP die erste spitzere, d. h. diejenige, deren Endkanten dieselbe Lage und Neigung gegen die Hauptaxe haben, wie die Flächen der ersteren.

Am häufigsten kommen, wie schon erwähnt, die erste stumpfere und die erste spitzere Pyramide der Grundform vor, in Combinationen, welche später (vergl. §. 147.) erörtert werden. Aber die Ermittlung dieser Formen für jede beliebige Pyramide wird oft bei der Bestimmung von Combinationen erfordert (vergl. §. 156.).

§. 144. Außer den Formen, deren Flächen die zwei Nebenaxen gleich weit vom Mittelpunkt schneiden (Formen der ersten Ordnung) und denjenigen, deren Flächen eine Nebenaxe schneiden und mit der anderen parallel gehen (Formen der zweiten Ordnung), kommen noch solche, aber selten, vor, deren Flächen gehörig vergrößert die zwei Nebenaxen ungleich weit von dem Mittelpunkt schneiden würden. Die Flächen dieser Formen gehen

*) Für Modell 21. als P ist (bei richtiger Stellung) Modell 20. die erste stumpfere Pyramide $P\infty$; für Modell 20. als P ist Modell 21. die erste spitzere Pyramide $2P\infty$.

Digitized by Google

in der Richtung $a : n\,a : m\,c$, wo n irgend eine Zahl bedeutet, welche in einem einfachen und rationalen Verhältniß zu 1 steht.

Die einfachste Form der Art, die sich aus einer Grundform $a : a : c$ oder P ableiten läßt, ist die, wo jede Fläche der neuen Form noch die Hauptaxe und eine Nebenaxe in demselben Verhältniß schneidet, wie an der Grundform, aber nach einem anderen Abstand auf der zweiten Nebenaxe hingeht. Fig. 366. zeigt eine derartige, auf Fig. 361. als Grundform bezogene, Gestalt $a : \frac{3}{2}\,a : c$ oder abgekürzt $P\,\frac{3}{2}$*). Die Richtung, in welcher die Flächen dieser Form zwischen den zwei Nebenaxen gehen, wird noch verständlicher aus Fig. 35., welche einen Schnitt durch die Seitenkanten der Fig. 366. darstellt; jede Seitenkante geht von a nach $\frac{3}{2}\,a$.

Es können Formen dieser Art vorkommen, wo auch die Hauptaxe nach einer gewissen (auch wieder einfachen und rationalen) Veränderungszahl abgeändert ist, $m\,P\,\frac{3}{2}$, wo m kleiner oder größer ist als 1 (Fig. 365. zeigt $\frac{1}{2}\,P\,\frac{3}{2}$, Fig. 367. $2\,P\,\frac{3}{2}$, bezogen auf Fig. 361. als P). Die Flächen können auch in einer anderen Richtung zwischen den Nebenaxen liegen, als in der $a : \frac{3}{2}\,a$; so findet sich nicht selten die Richtung $a : 3\,a$, an dem Zirkon z. B. Flächen in der Lage $a : 3\,a : 3\,c$ oder $3\,P3$.

Man bezeichnet alle Formen, deren Flächen die Hauptaxe und die zwei Nebenaxen in ungleichen Abständen schneiden, als symmetrisch-achtseitige Pyramiden, auch als ditetragonale oder ungleichkantig achtseitige Pyramiden, Dioktaëder oder Zirkonoide. Sie sind (Fig. 365.—367.) durch 16 ungleichseitige Dreiecke begrenzt; sie haben 2 Endecken A, 4 Seitenecken B, welche in den Nebenaxen, wie die Seitenecken der Pyramiden erster Ordnung, liegen, und 4 Seitenecken C, welche, wie die Seitenecken der Pyramiden der zweiten Ordnung, zwischen den Nebenaxen liegen. Sie haben 8 Seitenkanten, die ein symmetrisches Achteck bilden (vergl. Fig. 35.), d. h. ein solches, welches gleiche Seiten hat und dessen abwechselnde Winkel unter sich gleich sind. Sie haben 8 Endkanten $A\,B$, welche die in den Nebenaxen gelegenen Seitenecken mit den Endecken verbinden, und 8 Endkanten $A\,C$,

*) Modell 26. zeigt die symmetrisch-achtseitige Pyramide $P\,\frac{3}{2}$, bezogen auf die durch Modell 20. dargestellte Pyramide als P.

Digitized by Google

welche die zwischen den Nebenaren gelegenen Seitenecken mit den Endecken verbinden. Bald sind die ersteren Endkanten (wie in Fig. 366., vergl. Fig. 35.) die schärferen, bald die letzteren, je nach der Größe von n in der Formel $a : n\,a : m\,c$ oder $m\,P\,n$; die Endkanten, welche zu den Nebenaren führen, sind schärfer als die anderen, so lange n kleiner als 2,4142 ist, stumpfer bei einem größeren Werthe von n. Die Flächen wären in beiderlei Endkanten unter demselben Winkel zu einander geneigt, und die Seitenkanten bildeten ein reguläres, acht gleiche Winkel einschließendes, Achteck, wenn die Flächen von einem bestimmten Abstand auf der einen Nebenare nach dem 2,4142fachen Abstand auf der anderen Nebenare hingingen; da aber diese Zahl nicht in einem einfachen und rationalen Verhältniß zu 1 steht, so kommen solche achtseitige Pyramiden nie vor.

Je näher in der Formel $m\,P\,n$ n gleich 1 ist, um so näher ist der Flächenwinkel an den Endkanten $AC = 180^{\circ}$, d. h. um so mehr fallen je zwei an einer solchen Endkante liegende Flächen in Eine Ebene zusammen und geht die symmetrisch-achtseitige Pyramide in eine quadratische erster Ordnung über. — Um je größer n ist, um so näher ist der Flächenwinkel an den Endkanten $AB = 180^{\circ}$, d. h. um so mehr geht die symmetrisch-achtseitige Pyramide in eine Pyramide zweiter Ordnung über.

§. 145. Von einer Grundgestalt P aus lassen sich verschiedene symmetrisch-achtseitige Pyramiden $m\,P\,n$ entwickeln; je nach dem Werth, den man m oder n beilegt. Die Grenze für das Vergrößern von n ist, daß man es unendlich groß setzt; dann bilden sich Pyramiden zweiter Ordnung aus. Die Grenzen für das Vergrößern von m ist gleichfalls, daß man es unendlich groß setzt; dann geht die symmetrisch-achtseitige Pyramide über in ein *symmetrisch-achtseitiges Prisma*, $a : n\,a : \infty\,c$ oder $\infty\,P\,n$ (Fig. 368.); die Kanten desselben sind zweierlei Art: 4 liegen wie die Kanten des ersten Prisma's ($\infty\,P$), 4 wie die des zweiten ($\infty\,P\,\infty$). Ein Durchschnitt senkrecht auf die Hauptare giebt ein symmetrisches Achteck; aus den eben angeführten Gründen kann kein achtseitiges Prisma als einfache Form vorkommen, dessen Durchschnitt ein regelmäßiges Achteck wäre, oder welches nur gleiche Kanten hätte. In der Natur finden sich zwar Gestalten, die den Winkeln nach als regulär-achtseitige Prismen sich be-

Digitized by Google

trachten ließen, aber es ſind nicht einfache Formen, ſondern Combinationen (vergl. §. 153.).

Wird in der Formel mPn $m=0$ geſetzt, ſo iſt das Reſultat wiederum identiſch mit der Endfläche.

§. 146. Tafel XVIII. (Fig. 359. — 373.) enthält ein Schema aller holoëdriſchen Formen, welche in dem quadratiſchen Syſtem vorkommen können; das Schema iſt vollſtändig in Beziehung auf die allgemeinen Zeichen, aber es iſt zu beachten, daß mP ($m>1$, d. h. wo m größer als 1) nicht bloß die eine in dem Schema gezeichnete Form (eine Pyramide erſter Ordnung, worin die Hauptaxe größer, Fig. 362. beiſpielsweiſe 2mal ſo groß, als in der Grundform iſt) bedeutet, ſondern eine Menge ähnlicher, wo $m=3/2$, 2, 3 u. ſ. w. ſein kann. Der Zuſammenhang der verſchiedenen einfachen Formen dieſes Syſtems, ihr Uebergang in einander, wird durch dieſes Schema klar; man kann die Formel mPn als den allgemeinen Ausdruck für alle Formen dieſes Syſtems betrachten; für den Fall $m=0$ repräſentirt ſie die Endfläche, für den Fall $m=\infty$ die Prismen, für $n=1$ die Formen erſter, für $n=\infty$ die Formen zweiter Ordnung, u. ſ. f.

Combinationen der holoëdriſchen Formen.

Die verſchiedenen, in dem Vorhergehenden beſprochenen, einfachen holoëdriſchen Formen vereinigen ſich nun zu mannichfaltigen Combinationen, von welchen hier nur die wichtigſten beſprochen werden mögen.

§. 147. Quadratiſche Pyramiden derſelben Ordnung combiniren ſich in der Art unter einander, daß die ſpitzere an der vorherrſchenderen ſtumpferen Zuſchärfungen der Seitenkanten, die ſtumpfere an der vorherrſchenderen ſpitzeren Zuſpitzungen der Endecken hervorbringt. Es iſt dies aus Fig. 32. erſichtlich, wo zwei Pyramiden gleicher Ordnung ungefähr im Gleichgewicht combinirt dargeſtellt ſind.

Unter den Combinationen von quadratiſchen Pyramiden verſchiedener Ordnung kommen vorzugsweiſe häufig die

Digitized by Google

der Grundform mit der ersten stumpferen und der ersten spitzeren Pyramide (§. 143.) vor. Die Endkanten einer Grundform P werden durch die Flächen der ersten stumpferen Pyramide $P\infty$ gerade abgestumpft (so in Fig. 180., einer Form des Zinnsteins). Die Seitenecken der Grundform P werden durch die Flächen der ersten spitzeren Pyramide $2P\infty$ so zugeschärft, daß die Zuschärfungsflächen auf den Endkanten der Grundform gerade aufgesetzt sind und daß je zwei benachbarte Zuschärfungsflächen parallele Combinationskanten bilden (so in Fig. 179., einer Form des Anatases); die Flächen der Grundform treten als sehr breite Abstumpfungsflächen der Endkanten von $2P\infty$ auf (die Grundform ist in Fig. 179. an den Endecken außerdem durch Flächen von $\frac{1}{3}P$ zugespitzt*).

§. 148. Aus der Combination der quadratischen Pyramiden und der Endfläche resultirt eine Pyramide mit abgestumpften Endecken; die Abstumpfungsflächen sind Quadrate. Fig. 186. zeigt eine solche Form $P.0P$, in den Dimensionen, wie sie bei dem schwefelsauren Nickeloxydul statt finden; Kaliumeisencyanür (Blutlaugensalz), Uranglimmer u. a. zeigen diese Form gleichfalls. Herrschen die Endflächen sehr vor, so nimmt der Krystall die Form einer quadratischen Tafel an, deren Seitenflächen zugeschärft sind.

Wenn zu der Combination der Grundform P mit der ersten stumpferen Pyramide $P\infty$ (Fig. 180.) noch die gerade Endfläche $0P$ tritt, so erscheinen die Flächen von $P\infty$ als Rechtecke.

§. 149. Die quadratischen Pyramiden und Prismen bilden sehr verschiedene Combinationen, je nachdem sie einerlei oder verschiedener Ordnung sind.

Die Grundform P bildet mit dem ersten quadratischen Prisma ∞P (und allgemein irgend eine Pyramide mit einem Prisma gleicher Ordnung) eine Pyramide mit abgestumpften Sei-

*) Betrachtet man an Modell 22. die dreieckigen Flächen als der Grundform P angehörig, so sind die anderen Flächen die der ersten stumpferen Pyramide $P\infty$. — Nimmt man die vorherrschenden fünfeckigen Flächen als die der Grundform P, so gehören die dreieckigen der ersten spitzeren Pyramide, $2P\infty$, an.

Digitized by Google

tenkanten, wenn erstere vorherrscht; herrscht das Prisma vor, so bildet die Pyramide Zuspitzungen, wobei die Zuspitzungsflächen gerade aufgesetzt sind auf die Flächen des Prisma's (Modell 23.). Fig. 175. zeigt eine solche Combination $\infty P.P$, wie sie an dem essigsauren Uranoxyd-Kali vorkommt; ähnliche Formen zeigen sich an dem Zirkon, dem Zinnstein (doch ist hier die Pyramide eine stumpfe) u. a.; an dem letzteren auch oft $P.\infty P$, eine vorherrschende Pyramide, deren Seitenkanten durch die Flächen von ∞P abgestumpft sind. (Hinsichtlich Verwechslungen vergl. §. 259.)

§. 150. An der vorherrschenden Grundform P bildet das zweite quadratische Prisma $\infty P\infty$ (und allgemein jedes Prisma an einer vorherrschenden Pyramide verschiedener Ordnung) Abstumpfungen der Seitenecken, wie Fig. 176., eine Form des Honigsteins, dies zeigt. Die Abstumpfungsflächen sind Rhomben, welche bei Combination von $\infty P\infty$ mit einer spitzen Pyramide die spitzeren, bei Combination mit einer stumpfen Pyramide die stumpferen Winkel nach den Endecken zuwenden; die Combinationskanten gehen den Endkanten der Pyramide parallel.

Sind die Flächen von $\infty P\infty$ so groß, daß sie sich in Punkten berühren, so entsteht eine Form, wie sie sich am Kupferchlorid-Chlorkalium und Kupferchlorid-Chlorammonium gewöhnlich zeigt und Fig. 177. dargestellt ist.

Diese Form hat dann häufig (namentlich wenn die Hauptaxe der Pyramide hinsichtlich der Größe nicht sehr verschieden ist von den Nebenaxen) große Aehnlichkeit mit dem Rhombendodekaëder des regulären Systems (Fig. 80. Modell 6.); sie unterscheidet sich von diesem dadurch, daß bei $P.\infty P\infty$ die Flächenwinkel an den 8 Endkanten (P zu P) anders sind, als die an den 16 Combinationskanten (P zu $\infty P\infty$), während bei ∞O die Flächen in allen Kanten unter demselben Winkel geneigt sind; daß die 12 Rhomben, welche $P.\infty P\infty$ begrenzen, zweierlei Art sind, indem die Reste von P Rhomben mit anderen Winkeln bilden, als die Flächen $\infty P\infty$, und die ersteren sich auch in Beziehung auf Spaltbarkeit, Glanz, Streifung anders verhalten können, als die letzteren, während bei ∞O die zwölf rhombischen Flächen ganz gleichartig sind; daß bei $P.\infty P\infty$ zwei gegenüberliegende Ecken (die Endecken) abgeändert sein oder (durch Spaltung parallel

Digitized by Google

$0P$ z. B.) abgeändert werden können, ohne daß die 4 anderen vierflächigen (Combinations-) Ecken gleiche Veränderung zeigen, während an ∞O alle vierflächigen Ecken gleichartig sind, u. s. w.

Die Grundform P bringt an dem vorherrschenden zweiten Prisma $\infty P \infty$ vierflächige Zuspitzungen hervor, wo die Flächen auf den Kanten des Prisma's gerade aufgesetzt sind (Modell 24.); Fig. 192. zeigt eine solche Combination $\infty P \infty . P$ des Apophyllits. (Ueber Verwechslungen solcher Combinationen vergl. §. 257., 269., 329.)

§. 151. Jedes der beiden Prismen kommt auch in Combination vor mit der Endfläche (Fig. 363. und 373., wenn man sich diese Form oben und unten durch Flächen geschlossen denkt, welche rechtwinklig zu den Prismenflächen sind). Herrschen hier die Prismenflächen vor, so bezeichnet man die Combination auch wohl als quadratisches Prisma oder Säule schlechthin; herrschen die Endflächen vor, als quadratische Tafel*). So zeigt das rothe Queckſilberjodid manchmal die Form $\infty P \infty . 0P$, ebenso der Rutil u. a. Eine solche Form ist nach ihren Dimensionen nicht von einem verzerrten Würfel zu unterscheiden, hat aber doch ganz andere Eigenschaften. Chlorkalium und Queckſilberjodid bilden Krystalle von denselben Dimensionen, begrenzt durch 6 zu einander rechtwinklige Flächen. An dem Chlorkalium kann man leicht parallel jeder der 6 Flächen spalten, es verhalten sich diese sämmtlich gleichartig: die Form ist ein Würfel. An dem Queckſilberjodid kann man mit Leichtigkeit parallel zwei, sich gegenüberliegenden, der 6 Flächen spalten, aber nicht parallel mit den anderen vier, von denen sich eine verhält wie die andere: die Form ist

*) Die Endflächen des quadratischen Systems begrenzen vorherrschend, was eigentlich als quadratische Tafel zu bezeichnen ist, welche dann an den Seiten durch Prismenflächen begrenzt, oder durch Pyramidenflächen zugeschärft u. s. w. sein kann. Als quadratische Tafeln werden aber noch viele andere Formen bezeichnet, an welchen zwei parallele quadratische oder rectanguläre Flächen vorherrschend sind; z. B. wie oben bemerkt, ein verkürzter Würfel. Ueberhaupt können Krystalle des regulären Systems solche Tafeln bilden, wenn zwei sich parallele Würfelflächen vorherrschend an ihnen und die Krystalle selbst zwischen diesen verkürzt sind. Hinsichtlich anderer ähnlicher Formen vergl. §. 258. und 333.

Digitized by Google

ein quadratisches Prisma mit Endflächen; daß es das zweite quadratische Prisma, $\infty P \infty$, ist, erhellt daraus, daß manchmal die Flächen der Grundform P in der sogleich zu besprechenden Weise an den Combinationsecken von $\infty P \infty$ und $0 P$ auftreten. (Ueber eine andere ähnliche Form vergl. §. 258.)

§. 152. Sind an einem solchen zweifelhaften Krystall die Ecken abgestumpft, oder lassen sie sich abspalten, so giebt auch dieses einen Anhaltspunkt für die Unterscheidung ab. An einem Würfel sind diese Abstumpfungsflächen Oktaëderflächen und gleichseitige Dreiecke (Fig. 76., Modell 3.; instructiv hierfür sind die leicht darzustellenden Krystalle von Wismuth, welche als langgezogene quadratische Säulen erscheinen, sich aber dadurch als Würfel ausweisen, daß man leicht an den Ecken durch Abspaltung gleichseitig dreieckige Abstumpfungsflächen hervorbringen kann); an einem Prisma mit Endfläche sind sie Flächen einer Pyramide von anderer Ordnung als das Prisma, und gleichschenklige Dreiecke, die mit der Spitze auf den Prismaseitenkanten gerade aufgesetzt sind. Eine solche Combination findet sich an dem Apophyllit, und ist Fig. 193. dargestellt; dieselbe an dem rothen Queckſilberjodid. Ist die hier auftretende Pyramide eine spitze, so ist auch die durch sie hervorgebrachte Abstumpfungsfläche ein spitzes gleichschenkliges Dreieck, und umgekehrt*). — Ein gleichschenkliges Dreieck kann man mit einem gleichseitigen bei der Betrachtung eines Krystalls verwechseln, wenn man ersteres so hält, daß die Grundlinie vorn liegt, aber man unterscheidet es leicht, indem man es von verschiedenen Seiten betrachtet, denn wenn einer der gleichen Schenkel vorn vor dem Beobachter liegt, so fällt die ungleich schiefe Stellung der beiden anderen Seiten sogleich auf.

An der Combination eines Prisma's mit der Endfläche stumpft also eine untergeordnet auftretende Pyramide von entgegengesetzter Ordnung die Combinationsecken ab; eine Pyramide

*) Modell 25. zeigt an der Combination eines Prisma's und der Endfläche an dem einen Ende Flächen einer stumpfen, an dem anderen Ende einer spitzen Pyramide entgegengesetzter Ordnung, wie das Prisma; in der Natur kommen indeß an dem einen Ende Flächen derselben Pyramide wie an dem anderen vor.

Digitized by Google

von gleicher Ordnung bringt hingegen eine Abstumpfung der Combinationskanten hervor, wie man leicht sieht, wenn man sich an der Combination $\infty P.P$, Fig. 175., die Endecken durch $0P$ stark abgestumpft denkt. Auch hierin verhält sich die Combination $\infty P.0P$ anders, als es ein Würfel thun würde; an ersterer sind zweierlei Kanten, an letzterem einerlei. Der Anfänger wird leicht selbst unterscheiden, wie $\infty P.0P$ durch P, und wie $\infty O\infty$ durch ∞O oder $\frac{mO\infty}{2}$ verändert wird.

§. 153. Die zwei Prismen ∞P und $\infty P\infty$ kommen auch unter sich combinirt vor; die Flächen des einen stumpfen die Kanten des anderen ab. Fig. 174. zeigt $\infty P.\infty P\infty.0P$, wo das erstere Prisma etwas vorherrscht, wie dies meist an den Krystallen der essigsauren Kupferoxyd-Kalkerde der Fall ist. Sind beide Prismen im Gleichgewicht combinirt, so entsteht die Form eines regulär-achtseitigen Prisma's, aber die 8 Seitenflächen dieser Gestalt sind zweierlei Art, wie sich auch wieder durch Spaltbarkeit, Glanz u. s. w. zeigen kann, und wie dies namentlich bei der Bildung von Combinationen deutlich wird. So stumpfen, wenn zu $\infty P.\infty P\infty.0P$ die Flächen von P treten, diese nur die Combinationskanten zwischen ∞P und $0P$ ab, wie dies in Fig. 197. für einige dargestellt ist, wo diese Flächen mit $\frac{P}{2}$ bezeichnet sind; so erscheinen in der Combination $P.\infty P.\infty P\infty$, wie sie Fig. 194. für den Zirkon darstellt, die Flächen von ∞P als Rectangel, die Flächen von $\infty P\infty$ als Sechsecke.

§. 154. Seltener, und dann nicht selbstständig, zeigen sich symmetrisch-achtseitige Pyramiden und Prismen. Die Flächen der ersteren erscheinen als achtflächige Zuspitzungen der Endecken der Grundform (am Anatas z. B., wenn man sich an der Stelle je einer der kleinen Zuspitzungsflächen, Fig. 179., zwei denkt); oder zu je zweien an der Stelle Einer Combinationskante zwischen einer quadratischen Pyramide und einem quadratischen Prisma gleicher Ordnung (wie $3P\frac{3}{2}$ zwischen P und ∞P, Fig. 185., welche eine Form des Zinnsteins vorstellt); oder als Abstumpfungen der Combinationskanten zwischen einer quadratischen Pyramide und einem

Digitized by Google

quadratiſchen Prisma von entgegengeſetzter Ordnung (wie 3 $P3$ zwiſchen P und $\infty P \infty$ an der Fig. 195. gezeichneten Combination des Zirkons); oder in anderer Art, ſtets kenntlich durch eine ſolche Abänderung einer einfacheren Combination, daß bei vollkommener Symmetrie 16 ſolcher Abänderungsflächen vorhanden ſein müßten.

§. 155. Die ſymmetriſch-achtſeitigen Prismen zeigen ſich hauptſächlich als Abſtumpfungen der Combinationskanten zwiſchen ∞P und $\infty P \infty$ ($\infty P3/2$ an dem Zinnſtein, wenn man ſich in Fig. 181. die genannten Combinationskanten ſchwach abgeſtumpft denkt), oder als Zuſchärfungen eines quadratiſchen Prisma's (wie z. B. $\infty P3/2$ am Zinnſtein, Fig. 184., die Kanten von ∞P zuſchärfend). In erſterer Art kommt auch das Prisma $\infty P2$ und $\infty P3$ am Veſuvian vor; $\infty P2$ erſcheint auch an der Combination $\infty P \infty . P$ (Fig. 192.) des Apophyllits, Zuſchärfungen der Kanten von $\infty P \infty$ bildend.

Von den zwei Flächen eines ſymmetriſch-achtſeitigen Prisma's, welche Eine Kante eines quadratiſchen Prisma's zuſchärfen, erſcheint manchmal nur eine ſehr deutlich, die andere ſehr untergeordnet oder kaum bemerkbar, z. B. in Fig. 184. von beiden Flächen $\infty P3/2$ vorn die nach rechts deutlich, die nach links ſehr ſchwach. Bemerkt man bloß die erſtere, ſo könnte man verſucht ſein, ſie für eine Fläche von $\infty P \infty$ zu halten, da dieſes eine Abſtumpfungsfläche zwiſchen zwei Flächen ∞P bilden würde; man ſieht indeß leicht, daß die Fläche einer Form ∞Pn angehört, daran, daß ſie verſchiedene Winkel zu den zwei Flächen von ∞P macht, und daß ihre Combinationskante mit P nicht parallel einer Endkante von P geht, wie es der Fall ſein müßte, wenn die fragliche Fläche $\infty P \infty$ wäre.

§. 156. Für die Beurtheilung zuſammengeſetzter Combinationen iſt die Beachtung des Umſtandes wichtig, daß alle Formen, für welche das Verhältniß der Nebenaren daſſelbe iſt, ſich in horizontalen Combinationskanten ſchneiden, alſo auch oben und unten in parallelen; Formen, bei welchen dieſes Verhältniß nicht daſſelbe iſt, ſchneiden ſich in geneigten Combinationskanten, von welchen eine obere mit einer unteren nicht parallel iſt. P und ∞P

Digitized by Google

bilden (Fig. 181.) horizontale Combinationskanten, und diejenigen, welche Eine Fläche ∞P nach oben und nach unten begrenzen, sind parallel; dasselbe gilt auch für die Kanten zwischen $P\infty$ und $\infty P\infty$. Aber P und $\infty P\infty$ (Fig. 192.), P und $\infty P^3/_2$ (Fig. 184.) zeigen das Entgegengesetzte.

Unter den künstlichen Krystallen eignet sich namentlich das aus saurer Lösung krystallisirte schwefelsaure Nickeloxydul zu Uebungen, wegen der Reichhaltigkeit der einzelnen Formen und der Verschiedenheit in dem Vorherrschen derselben. Fig. 186. zeigt die einfachste Form, in welcher es beobachtet wird: eine Pyramide, deren Flächen in den Seitenkanten unter 138°56′ zusammenstoßen, und deren Endecken durch $0P$ abgestumpft sind. Diese Pyramide nehmen wir als Grundform, und bezeichnen sie mit P. Häufiger kommt noch eine stumpfere Pyramide mP $(m<1)$ daran vor, welche die Combinationskanten zwischen P und $0P$ schief abstumpft. Ist sie nur in der Combination Fig. 187. zu sehen, so kann man sie ohne Winkelmessung nicht genauer bestimmen; kommt aber, wie in Fig. 188., zugleich $P\infty$, die erste stumpfere Pyramide der Grundform vor (sie ist kenntlich daran, daß sie die Endkanten der Grundform gerade abstumpft), so ist jene Pyramide mP $(m<1)$ leicht genauer als $^1/_2P$ zu bestimmen. Die Flächen dieser Pyramide mP erscheinen nämlich gegen die Flächen von $P\infty$ durch parallele Combinationskanten begrenzt, sie bilden Abstumpfungen der Endkanten von $P\infty$ und sind also Flächen einer ersten stumpferen Pyramide für $P\infty$, d. h. (nach §. 143.) Flächen von $^1/_2P$.

Häufig zeigt das schwefelsaure Nickeloxydul auch die Form Fig. 189.; sie ist die vorhergehende Combination $P.^1/_2P.P\infty.0P$, wo aber noch die Kanten zwischen $^1/_2P$ und $0P$ durch Flächen einer stumpferen Pyramide erster Ordnung abgestumpft sind. Man hat diese im Allgemeinen durch mP $(m<^1/_2)$ zu bezeichnen; nur durch Winkelmessung und Arenberechnung läßt sich hier der Werth von m genauer zu $^1/_3$ bestimmen. — Fig. 190. zeigt die zuletzt besprochene Combination, wo noch die Seitenkanten von $P\infty$ gerade abgestumpft sind; die Abstumpfungsflächen müssen dem zweiten quadratischen Prisma $\infty P\infty$ angehören. — Figur 191. zeigt dieselbe Combination, mit Ausschluß von $^1/_3P$, aber in der letzteren Figur herrscht $\infty P\infty$ vor, während es in

Digitized by Google

Fig. 190. untergeordnet erschien; in Fig. 191. begrenzen überhaupt vorzugsweise Formen zweiter Ordnung den Krystall und die Formen erster Ordnung, P und $\frac{1}{2}P$, welche in den anderen und häufiger vorkommenden Combinationen sich vorwaltend zeigen, sind hier ganz zurückgedrängt.

Man sieht hier leicht ein, was dazu bewog, die mit P bezeichneten Flächen als Grundform zu nehmen; daß diese Flächen (wie in Fig. 186.) ohne eine andere Pyramide vorkommen, daß sie in den meisten Fällen die vorherrschenden sind, daß sich alle anderen vorkommenden Flächen durch sehr einfache Ausdrücke auf sie beziehen lassen, rechtfertigt diese Wahl genügend.

Verzerrungen der quadratischen Formen.

§. 157. Verzerrungen können auch den Krystallformen des quadratischen Systems ein ganz anderes Aussehen mittheilen, als sie bei ganz symmetrischer Ausbildung haben sollten. So kommt die quadratische Pyramide in ähnlicher Weise verzerrt vor, wie dies für das Regulär-oktaëder (§. 86.) besprochen wurde: es zeigt sich Verkürzung in der Richtung einer Linie, welche die Mittelpunkte zweier gegenüberliegender Flächen verbindet, oder der Krystall erscheint so verändert, als ob von einem ideal regelmäßigen Krystall parallel zwei sich gegenüberliegenden Flächen Stücke abgeschnitten wären. Eine so verzerrte quadratische Pyramide sieht ganz ähnlich aus, wie ein verzerrtes Regulär-oktaeder, Fig. 104. o. 105., und ist manchmal auf den ersten Anblick von diesem kaum zu unterscheiden; genauere Betrachtung zeigt aber, daß an der Pyramide die Flächen in den zu Kanten verzerrten Endecken unter einem anderen Winkel zusammenstoßen, als in den zu Kanten verzerrten Seitenecken; während bei dem verzerrten Regulär-oktaëder alle zu Kanten verzerrten Ecken (vergl. §. 87.) gleichartig sind, sind bei der verzerrten Pyramide, wenn wir uns Fig. 104. als eine solche denken, die verzerrten Endecken, $a\,b$ z. B., ganz verschieden von den verzerrten Seitenecken, $f\,e$ und $c\,d$ z. B. Letztere können abgestumpft sein (durch Flächen von $\infty P\,\infty$), während erstere ganz scharf sind. Sobald sich eine solche Ab-

Digitized by Google

stumpfung an den zu Kanten verzerrten Seitenecken einer quadratischen Pyramide zeigt, welche man mit dem Regulär-oktaëder verwechseln könnte, ist die Unterscheidung leicht. An den verzerrten Oktaëderecken wird die Abstumpfung durch Würfelflächen hervorgebracht, und diese werden als rechtwinklige Flächen auftreten (vergl. §. 87.); an der Pyramide aber wird die Abstumpfung durch Flächen von $\infty P \infty$ bewirkt, und diese erscheinen dann als Rhomboide. Kupferchlorid-Chlorkalium und Kupferchlorid-Chlorammonium liefern leicht und oft schöne Beispiele für diese Unterscheidung.

§. 158. Dieselben Salze geben gute Beispiele ab für andere häufig vorkommende Verzerrungen. Ist z. B. ein Krystall von der Combination $P . \infty P \infty$ im Gleichgewicht (Fig. 177.) parallel einer Fläche P aufgewachsen, so daß nur die in dieser Figur mit P bezeichnete Fläche vollständig, von den anderen anliegenden aber nur schmale Streifen vorhanden sind, so erscheint der Krystall wie eine rhombische Tafel. Ein ähnlicher Habitus kann entstehen, indem nur Eine Fläche $\infty P \infty$ vollständig ausgebildet, und der Krystall ihr parallel aufgewachsen ist. — Dieselbe Combination, $P . \infty P \infty$ im Gleichgewicht, erscheint manchmal verzerrt durch Vergrößerung in der Richtung zweier paralleler Endkanten. Fig. 177. zeigt die ideale, Fig. 178. diese verzerrte Form. Letztere hat dann das Ansehen einer sechsseitigen Säule (gebildet durch vier Flächen P und zwei Flächen $\infty P \infty$), die oben und unten durch drei Flächen begrenzt ist, wovon zwei (P) eine gegen die Are der Säule schiefe Zuschärfung und die dritte ($\infty P \infty$) eine schiefe Abstumpfung hervorbringen; sie hat das Aussehen einer Form des rhomboëdrischen oder einer des monoklinometrischen Systems. Bei der Betrachtung des letzteren (§. 328.) werden wir auf diese möglichen Verwechslungen zurückkommen.

Mit einer anderen monoklinometrischen Form gewinnt die quadratische Combination $\infty P \infty . P$ (Fig. 192.) Aehnlichkeit, wenn zwei an einem Ende des Krystalls neben einander liegende P Flächen und die beiden parallelen an dem anderen Ende (in Fig. 192. z. B. die beiden P Flächen oben rechts und die beiden unten links) vor den anderen vorherrschen, wie dies an dem Hämatoxylin gewöhnlich ist (vergl. hierüber §. 329.).

§. 159. Wir sahen eben Verzerrung, die zu Täuschung

Digitized by Google

Anlaß geben kann, durch Verlängerung eines Krystalls in der Richtung einer Endkante einer Pyramide eintreten; auch in der Richtung einer Seitenkante findet manchmal solche statt. An dem ameisensauren Strontian ist z. B. die Combination $P \cdot 0\,P$ beobachtet (ähnlich Fig. 186.), aber in die Länge gezogen in der Richtung einer Seitenkante. Der Krystall hat dann das Aussehen eines rhombischen Prisma's, (durch 4 Pyramidenflächen gebildet), an welchem zwei sich gegenüberliegende Kanten (durch $0\,P$) abgestumpft sind, und welches an den Enden (durch je zwei der nicht vergrößerten Pyramidenflächen) zugeschärft ist. Eine solche Form erscheint auf den ersten Blick wie in das rhombische System gehörig (vgl. §. 268.), und ähnlich wie Fig. 272. (ohne die Flächen $\breve{P}\,\infty$), an welcher dann die Flächen $\infty\,\breve{P}\,2$ und $\breve{P}\,\infty$ die Pyramidenflächen, $\infty\,\breve{P}\,\infty$ die Endflächen vorstellten. Als die richtige quadratische Combination erkennt man diese Verzerrung daran, daß die vier an eine Abstumpfungs- (End-) fläche anstoßenden Flächen gegen diese unter demselben Winkel geneigt sind; daß je zwei vermeintliche Prismenflächen unter demselben Winkel zusammenstoßen, wie zwei Zuschärfungsflächen, u. s. w.

Hemiëdrische Formen und Combinationen derselben.

§. 160. Es ist nicht thunlich, alle Verzerrungen, welche vorkommen können, hier genauer zu beschreiben; wenden wir uns jetzt zu den Veränderungen, welche die bisher betrachteten holoedrischen Formen des quadratischen Systems durch das Wachsen und Verschwinden regelmäßig abwechselnder Flächen erleiden: zu den hemiëdrischen Formen des quadratischen Systems. Unter diesen hemiëdrischen Formen, welche möglicherweise vorkommen können, sind einige gar nicht oder höchst selten mit Bestimmtheit nachgewiesen; wir wollen uns hier auf die Betrachtung der wichtigsten beschränken.

Von der Grundform aus entsteht eine hemiëdrische Gestalt, welche sich zu dieser Pyramide verhält, wie das Tetraëder zu dem Regulär-oktaëder. Denken wir uns unter der Fig. 24. durch schattirte Flächen dargestellten Form eine quadratische Pyramide, und an dieser die abwechselnden Flächen vorn oben rechts, vorn unten links u. s. w. wachsend, und die anderen verschwindend,

Digitized by Google

so entsteht die dort in stärkeren Linien ausgezogene tetraëderähnliche Figur, welche zur Unterscheidung vom Tetraëder und wegen ihrer keilförmigen Gestalt quadratisches Sphenoid (Keilflächner) oder auch zwei- und einariges Tetraëder genannt wird. Fig. 24. läßt sich als ein solches Sphenoid betrachten, in dessen Grundform die Länge der Hauptaxe von der einer Nebenaxe nicht merklich verschieden ist (ein solches kommt an dem Kupferkies vor, wo die Länge der Hauptaxe, stets bezogen auf die Länge einer Nebenaxe als Einheit, = 0,985 ist); Fig. 36. zeigt ein Sphenoid, dessen Grundform eine stumpfe Pyramide (von 0,46 Hauptaxenlänge) ist, wie es an dem Cyanqueckſilber vorkommt.

§. 161. Die Sphenoide sind begrenzt durch 4 gleichschenkliche Dreiecke. Die sechs Kanten an ihnen sind zweierlei Art: zwei Kanten gehen durch die Endecken der Pyramide, aus welcher man sich das Sphenoid entstanden denken kann, und lassen sich als Verzerrungen derselben betrachten; vier andere gehen durch die Seitenecken und lassen sich als Verzerrungen dieser ansehen. Die Mittelpunkte der beiden ersteren Kanten werden durch die Hauptaxe, die Mittelpunkte je zweier gegenüberstehender der letzteren durch eine Nebenaxe verbunden; erstere lassen sich als Endkanten, letztere als Seitenkanten unterscheiden. — Die vier Ecken werden gebildet durch Zusammenstoßen von je zwei Seitenkanten mit einer der Endkanten. (Hinsichtlich ähnlicher Formen vergl. §. 102. und 279.)

Um je näher die Größe der Hauptaxe in der Grundform der einer Nebenaxe gleich ist, um so mehr haben die Sphenoide das Ansehen von Regulärtetraëdern, d. h. um so mehr nähern sich die Flächen der Form gleichseitiger Dreiecke, und um so weniger abweichend sind die Winkel, unter welchen die Flächen in den zweierlei Kanten zusammenstoßen. Sehr nahe trifft dies ein bei dem Kupferkies, wo der Winkel an den Endkanten 71°20′, der an den Seitenkanten 70°7′ ist (an dem Regulärtetraëder sind die Flächen in jeder Kante unter 70°32′ gegen einander geneigt).

Das Zeichen eines Sphenoids, welches sich als eine Hemiëdrie irgend einer Pyramide mP betrachten läßt, ist $\frac{mP}{2}$, und zwar können aus jeder solchen Pyramide zwei ihrer Stel-

Digitized by Google

lung nach verschiedene Sphenoide entstehen, welche als $+\frac{mP}{2}$ und $-\frac{mP}{2}$ unterschieden werden. Dieselben Betrachtungen, die bezüglich der zwei entgegengesetzten Tetraëder angestellt wurden (§. 102.), gelten auch hier.

§. 162. Während bei dem Tetraëder alle Kanten gleichartig waren und sämmtlich durch Würfelflächen abgestumpft wurden, sind bei den Sphenoiden die Endkanten und die Seitenkanten verschieden, und bezüglich der Abänderung ganz unabhängig von einander; die Endkanten werden durch $0P$ abgestumpft, die Seitenkanten durch Flächen von $\infty P\infty$. Die Ecken von $\frac{P}{2}$ werden durch ein Sphenoid von entgegengesetzter Stellung abgestumpft, und beide sind dann als $+\frac{P}{2}$ und $-\frac{P}{2}$ zu unterscheiden. Die Combinationskanten verhalten sich wie Kanten von P; eine Combination von $+\frac{P}{2}$ und $-\frac{P}{2}$ im Gleichgewicht hat die Form einer quadratischen Pyramide.

Auch bei Krystallen des quadratischen Systems ist oft nur schwierig zu unterscheiden, ob Hemiëdrie wirklich stattfindet, oder ob eine zufällige Mangelhaftigkeit der Ausbildung nur den Anschein derselben hervorbringt.

Die hauptsächlichsten Combinationen der Sphenoide ergeben sich aus folgenden Beispielen.

An dem Kupferkies zeigt sich ein Sphenoid, welches nach dem eben (§. 161.) angeführten für sich in den Dimensionen nur wenig von einem Regulärtetraëder verschieden ist; aber in den Combinationen tritt der Character des quadratischen Systems deutlich hervor. Fig. 196. zeigt eine solche, wo das Sphenoid $+\frac{P}{2}$ als Grundform vorherrscht. Die Endkanten desselben sind abgestumpft durch $0P$, die Ecken durch Flächen von $-\frac{P}{2}$; diejenigen Combinationskanten zwischen beiden, welche wie Endkanten von P liegen, sind gerade abgestumpft durch Flächen, die also einer Pyramide $P\infty$ angehören. Außer dieser zeigt sich noch eine an-

Digitized by Google

dere Pyramide zweiter Ordnung, welche sich als $2P\infty$ (als die erste spitzere Pyramide für die hier hemiëdrisch auftretende Grundform P) dadurch zu erkennen giebt, daß die Endkanten, welche sie bilden würde, durch die Flächen von $+\frac{P}{2}$ und von $-\frac{P}{2}$ gerade abgestumpft werden, oder, was dasselbe ist, daß je zwei Flächen von $2P\infty$ sich parallele Combinationskanten zuwenden.

§. 163. Die essigsaure Kupferoxyd-Kalkerde hat als gewöhnlichste Form ∞P . $\infty P\infty$. $0P$ (Fig. 174.). Die Combinationskanten zwischen ∞P und $0P$ sind manchmal abgestumpft, aber wahrscheinlich ist die abstumpfende Form ein Sphenoid, da mit großer Regelmäßigkeit auf jede Fläche von ∞P nur Eine Abstumpfungsfläche, und abwechselnd nach oben und nach unten, aufgesetzt ist, wie es Fig. 197. zeigt. Wäre die abstumpfende Form eine Pyramide P, so müßten auf jede Fläche ∞P zwei Abstumpfungsflächen (eine nach oben, eine nach unten) aufgesetzt sein, und es würde sich bei mangelhafter Ausbildung des Krystalls wenigstens nicht die regelmäßige Abwechselung in dem Auftreten und dem Fehlen der Abstumpfungsflächen zeigen, die man bei der Beobachtung wahrnimmt.

An dem Kupferkies (Fig. 196., vgl. §. 162.) zeigt sich ein Sphenoid $+\frac{P}{2}$ vorwaltend, und holoëdrische quadratische Pyramiden, $P\infty$ und $2P\infty$, untergeordnet daran auftretend. An dem ameisensauren Strontian zeigt sich im Gegentheil manchmal eine holoëdrische quadratische Pyramide, P, vorwaltend, und die erste stumpfere Pyramide $P\infty$ sphenoidisch-hemiëdrisch (also als $\frac{P\infty}{2}$) untergeordnet daran auftretend; an P (ähnlich Fig. 362.) stumpfen dann die vier Flächen von $\frac{P\infty}{2}$ vier abwechselnde Endkanten, z. B. oben vorn, oben hinten, unten links und unten rechts (oder die vier anderen), ab. Doch tritt das Sphenoid $\frac{P\infty}{2}$ an diesem Salz auch manchmal vorherrschend auf.

An einem vorwaltenden quadratischen Prisma bringt ein Sphenoid, welches aus einer Pyramide gleicher Ordnung entstanden, eine dachförmige Zuschärfung hervor; die oberen und unteren

Digitized by Google

Zuschärfungsflächen sind auf die Prismaflächen abwechselnd nach oben und nach unten gerade aufgesetzt, und die Zuschärfungskanten selbst gehen in sich kreuzenden Richtungen, etwa wie Fig. 255. Das phosphorsaure Ammoniak ($AmO, 2HO + {}_2PO_5$) krystallisirt manchmal so, daß die Krystalle an Einem Ende dieser hemiëdrischen Ausbildung ganz entsprechen; aber daß dieses nicht regelmäßige sphenoidische Hemiëdrie ist, erkennt man leicht daran, daß an dem unteren Ende nicht die entsprechende Ausbildung, wie Fig. 255., vorhanden ist, sondern daß hier Flächen, welche den oberen parallel sind, gleichfalls vergrößert auftreten; man hat also hier die Form $P . \infty P$ (Fig. 175.), an welcher vier in Einer Zone liegende Pyramidenflächen, manchmal bis zum Verschwinden der anderen, vergrößert sind.

§. 164. Ueberläßt man eine Auflösung von Cyanqueckſilber der freiwilligen Verdunstung, so erhält man manchmal ganz rein ausgebildete Sphenoïde von der Form, wie sie Fig. 36. zeigt; manchmal sind die Seitenkanten abgestumpft durch Flächen des zweiten quadratischen Prisma's, $\infty P\infty$.

Diese Flächen herrschen meist vor, wenn die Verbindung durch Abkühlen rascher krystallisirt erhalten wird. Die prismatischen Krystalle, welche dann entstehen, sind bei verschiedenen Operationen von verschiedener Art; Fig. 199. und 200. zeigen zwei häufiger sich bildende Formen. In Fig. 199. ist das Prisma $\infty P\infty$ zugeschärft durch Flächen von $\frac{P}{2}$, welche auf die Prismakanten abwechselnd nach oben und nach unten aufgesetzt sind. In Fig. 200. zeigt das Prisma eine schiefe Begrenzung; von den zwei oberen Flächen $\frac{P}{2}$ in Fig. 199. ist in Fig. 200. nur noch die eine deutlich ausgebildet, die andere sehr zurückgedrängt oder gar nicht vorhanden; dagegen zeigen sich in letzterer zwei Flächen, welche auf die Prismaflächen $\infty P\infty$ gerade aufgesetzt sind, also einer Pyramide zweiter Ordnung $mP\infty$ angehören. Die Endkante, welche durch diese zwei Pyramidenflächen gebildet würde, ist durch die Fläche $\frac{P}{2}$ gerade abgestumpft; jene Pyramide $mP\infty$ ist also die erste spitzere für P, oder $2P\infty$.

Bei langsamer Verdunstung einer Lösung von Cyanqueckſilber

bilden sich manchmal auch Krystalle von anderer Form als die eben besprochenen, z. B. solche, wie sie Fig. 201. darstellt. Auf die Kanten eines quadratischen Prisma's zweiter Ordnung, $\infty P\infty$, sind abwechselnd nach oben und nach unten Flächen von $\frac{P}{2}$ aufgesetzt; auf die Flächen des Prisma's Flächen von $2P\infty$, von denen aber nur vier an dem Krystall sich zeigen. Die zwei oberen (und ebenso die zwei unteren) Flächen $2P\infty$ sind von einander getrennt durch $0P$ und zwei Flächen einer stumpferen Pyramide zweiter Ordnung, welche indeß stets durch starke Streifung matt und zugerundet beobachtet wurden und deshalb nicht mit Sicherheit bestimmt, wahrscheinlich aber $P\infty$ sind. — Einen Krystall von dieser abnormen Ausbildung als in das quadratische System gehörig zu betrachten, ist man veranlaßt dadurch, daß andere Krystalle derselben Substanz den Charakter dieses Systems deutlich zeigen, und daß es auch einzelne Flächen an der abnormen Form selbst thun. Jede Fläche $\frac{P}{2}$ ist gegen zwei anstoßende Flächen $\infty P\infty$ unter demselben Winkel geneigt, und diese unter sich unter 90°, was sie als Flächen eines quadratischen Prisma's charakterisirt.

Häufiger als die vorige Form bildet sich bei langsamer Krystallisation die Fig. 202. dargestellte aus. An ihr herrschen die Flächen $\frac{P}{2}$ vor; die Seitenkanten sind abgestumpft durch $\infty P\infty$, und jede Endkante ist ersetzt durch $0P$ und zwei Flächen der Pyramide zweiter Ordnung, welche wahrscheinlich $P\infty$ ist.

§. 165. Die vorhergehenden Beispiele zeigen, wie die quadratischen Pyramiden in verschiedener Weise hemiëdrisch werden können. Durch Wachsen der abwechselnden Flächen entsteht ein Sphenoid, eine geschlossene Form, welche keine parallele Flächen hat. Ungeschlossene parallelflächige hemiëdrische Formen können entstehen, indem an einer Pyramide die zwei Flächenpaare wachsen, welche an zwei sich gegenüberliegenden Kanten anliegen, an den Endkanten oder an den Seitenkanten. An der Combination, welche Fig. 200. ihrem oberen Ende nach dargestellt ist, sehen wir von dem oberen Theile der Pyramide $2P\infty$ nur zwei Flächen, welche Einer Endkante anliegen; in Fig. 201. erscheinen

Digitized by Google

von derselben Pyramide nur die vier Flächen, welche zwei sich gegenüberliegenden Seitenkanten (wenn wir uns die Pyramide vollständig ausgebildet denken) anliegen.

Diese beiden Arten von Hemiëdrie, nach welchen aus einer Pyramide parallelflächige und ungeschlossene hemiëdrische Formen entstehen, zeigen sich auch an dem Parasulfat-Ammon (NH_3SO_3). In Fig. 203. erkennt man leicht die durch einen Theil der stärker angedeuteten und durch die schwächeren Linien dargestellte Combination $P \cdot 0P$ (eine Pyramide, deren Endecken durch die Endflächen stark abgestumpft sind). Wachsen an dieser die zwei Pyramidenflächen, welche an der von oben nach vorn gehenden Endkante liegen, die zwei, welche an der gegenüber, in der Richtung von unten nach hinten, befindlichen Endkante liegen, und die beiden Endflächen, so entsteht die mit stärkeren Linien gezeichnete Form, welche wie ein rhombisches Prisma, das oben und unten schief abgeschnitten ist, aussieht. An dieser Combination treten nun bei den Krystallen des Parasulfat-Ammons noch vier Flächen der ersten stumpferen Pyramide $P\infty$ auf, wie es Fig. 204. zeigt, und zwar vier solche, welche an zwei sich gegenüberliegenden Seitenkanten der Pyramide anliegen. Diese vier Flächen, wie sie in Fig. 204. gezeichnet sind, würden für sich und gehörig vergrößert ein rhombisches, in der Richtung von vorn nach hinten sich erstreckendes, Prisma bilden. Die Combination hat das Ansehen, als ob sie in ein später zu besprechendes System, das monoklinometrische, gehörte. Der quadratische Charakter wird verrathen durch die rechten ebenen Winkel, welche sich an den Ecken vorfinden, die an der hemiëdrischen Combination unverändert noch so sind, wie sie an der holoëdrischen wären. Solche Ecken sind die mit x und y bezeichneten; für das erstere ist dies aus Fig. 203. unmittelbar deutlich, für das andere sieht man es leicht ein, wenn man sich vorstellt, welche Abänderung an der Primitivpyramide in Fig. 203. eine Fläche $P\infty$ an der von oben nach rechts gehenden Endkante hervorbringen würde. Es würde diese Fläche als eine rectanguläre Abstumpfungsfläche an der Stelle dieser Endkante erscheinen. Die Fläche erscheint anders in der hemiëdrisch gewordenen Combination, Fig. 204., aber an dem Eck y noch mit einem rechten Winkel. Daß dieser ebene Winkel y und der ebene Winkel x

Digitized by Google

auf $0P$ rechte Winkel sind, läßt die Combination Fig. 204. als eine hemiëdrisch-quadratische erkennen. — Uebrigens sind an den Krystallen des Parasulfat-Ammons die Flächen $P\infty$ meistens nur so groß vorhanden, daß sich je zwei derselben in einem Punkte (und nicht in einer Kante, wie es Fig. 204. zeigt) berühren; sie erscheinen dann als Dreiecke, welche einen rechten Winkel haben.

Diejenigen Hemiëdrien der Pyramiden, welche parallelflächig und ungeschlossen sind, kommen nur sehr selten vor, und sie sind hier nicht mit einem besonderen Zeichen unterschieden worden; bei der Beschreibung der Krystalle kann man diese Eigenthümlichkeit ausdrücklich anführen. Unter $\frac{mP}{2}$ versteht man immer diejenige Hemiëdrie einer Pyramide mP, welche eine geschlossene Form mit nicht parallelen Flächen ist: ein Sphenoid.

§. 166. Die symmetrisch achtseitigen Pyramiden bilden eine Hemiëdrie, welche an einigen wichtigen Mineralien auftritt. — Fig. 37. zeigt in den gestrichelten und einem Theil der ausgezogenen Linien die Basis einer solchen Pyramide: Seitenkanten, die in der Richtung $a : 2a$ gehen. Die Hauptare hat man sich senkrecht auf die Ebene des Papiers durch den Kreuzungspunkt der (punktirten) Nebenaren zu denken. Wenn nun diese Seitenkanten, und mit ihnen die von ihnen nach oben und unten auf der Hauptare gehenden Flächen, abwechselnd wachsen und verschwinden, so entsteht eine doppelte vierseitige Pyramide mit der Fig. 37. in ausgezogenen Linien dargestellten Basis. Auch diese Pyramiden sind quadratisch, aber sie haben eine schiefe Stellung zu den Nebenaren; man bezeichnet sie als quadratische Pyramiden dritter Ordnung. Aus jeder symmetrisch achtseitigen Pyramide mPn können, je nachdem die einen oder die anderen abwechselnden Seitenkanten mit den anliegenden Flächen wachsen, zwei der Stellung nach verschiedene quadratische Pyramiden dritter Ordnung entstehen; beide erscheinen dem Beobachter rücksichtlich der Lage ihrer Flächen wie rechts und wie links gewendet, aber wenn Ein Endeck der erzeugenden Form mPn nach oben steht, so erscheint diejenige Pyramide dritter Ordnung, die daraus entsteht, rechts gewendet, welche, wenn die erzeugende Form umgedreht wird, so daß das andere Endeck oben steht,

Digitized by Google

links gewendet erscheint. Man bezeichnet von den zwei in verschiedener Stellung befindlichen hemiëdrischen Formen dieser Art, welche aus mPn entstehen können, die eine mit $\frac{r}{l}\frac{mPn}{2}$, die andere mit $\frac{l}{r}\frac{mPn}{2}$.

Wachsen und verschwinden in derselben Weise abwechselnd die Flächen eines symmetrisch achtseitigen Prisma's, so entsteht ein quadratisches Prisma dritter Ordnung.

§. 167. Pyramiden dritter Ordnung sind nie selbstständig, selten in Combinationen beobachtet worden. An dem wolframsauren Kalk, dem wolframsauren Bleioxyd und wenigen anderen Mineralien zeigen sie sich untergeordnet, an dem ersteren, wie Fig. 198. darstellt. Die Seitenecken der Grundform P sind zugeschärft durch Flächen der ersten spitzeren Pyramide $2P\infty$; neben je zwei solcher Flächen treten auf Einer Seite zwei Flächen $\frac{l}{r}\frac{4P2}{2}$ auf (die vollständige Form $\frac{4P2}{2}$ würde an den Seitenecken der Grundform P vierflächige Zuspitzungen hervorbringen; von je vieren derselben treten bei der hier besprochenen Hemiëdrie immer nur zwei nach Einer Seite hin liegende auf).

Zwillingskrystalle.

§. 168. Die Zwillinge, welche in diesem Systeme vorkommen, sind wiederum theils Zwillinge mit parallelen, theils mit nicht parallelen Axensystemen (vergl. §. 121.). Erstere können sich nur an hemiëdrischen Formen finden, und kommen selten vor. So zeigt der Kupferkies manchmal Durchkreuzungszwillinge, ähnlich Fig. 172., wo die beiden Individuen $+\frac{P}{2}$ und $-\frac{P}{2}$ sind; auch sind die Ecken derselben abgestumpft, wo dann von den beiden den Zwilling bildenden Sphenoiden das eine $+\frac{P}{2}$ mit untergeordnetem $-\frac{P}{2}$, das andere $-\frac{P}{2}$ mit untergeordnetem $+\frac{P}{2}$ ist.

Analog der in dem regulären System am häufigsten vorkommenden Zwillingsbildung, daß zwei Krystallfragmente mit

Digitized by Google

einer Fläche, die einer Oktaëderfläche parallel ist, zusammengesetzt sind, das eine aber gegen das andere um 180° gedreht ist, — kommen auch in dem quadratischen Systeme Zwillinge vor, deren Zusammensetzungsfläche einer Fläche von P parallel ist. So z. B. zeigt der Kupferkies die Form einer Pyramide P, ähnlich Fig. 119., wenn $+\frac{P}{2}$ und $-\frac{P}{2}$ sich im Gleichgewicht combiniren; und er bildet hemitropische Krystalle, ähnlich wie Fig. 120. oder 115., als ob eine Pyramide P parallel einer Fläche P in der Mitte durchschnitten und die eine Hälfte gegen die andere um 180° gedreht wäre. Auch complicirtere Combinationen zeigen solche Zwillingsbildung, wo z. B. die Endecken beider gegen einander gedrehten Krystallfragmente durch $0P$, die Endkanten durch $P\infty$ abgestumpft sind u. s. w.

§. 169. Am häufigsten findet indeß in dem quadratischen System Zwillingsbildung nach dem Gesetz statt, daß die zwei Krystallindividuen eine Fläche parallel $P\infty$ gemeinsam haben, und das eine um eine auf diese Fläche rechtwinklige Linie um 180° gegen das andere gedreht erscheint. Fig. 181. zeigt eine Combination des Zinnsteins, gebildet durch die Grundform P, die erste stumpfere Pyramide $P\infty$, und das erste und das zweite quadratische Prisma, ∞P und $\infty P\infty$. Denkt man sich diesen Krystall in der Mitte parallel einer Fläche von $P\infty$ durchschnitten (der Schnitt ist in der Fig. 181. angedeutet) und die eine Hälfte gegen die andere um 180° gedreht, so entsteht der Fig. 182. dargestellte Zwilling. Häufig zeigen an den Zwillingskrystallen des Zinnsteins beide Individuen nicht allein die nach den beiden äußersten Enden hin liegenden Pyramidenflächen, sondern auch jedes noch zwei an der Zusammensetzungsfläche so gegen einander gekehrte, daß alle vier zusammen einen visirartig einspringenden Winkel bilden (in Fig. 183. ist dieser Winkel mit x bezeichnet; man sieht hier von diesen zusammenstoßenden Pyramidenflächen nur eine dem oberen und eine dem unteren Individuum angehörige). Häufig herrschen diese vier zusammenstoßenden Pyramidenflächen bei weitem mehr vor, und die Prismaflächen erscheinen mehr untergeordnet.

Digitized by Google

Formeln für den Zusammenhang zwischen Winkeln und Aren.

§. 170. Vorliegende Schrift hat zwar zunächst nicht zum Zweck, die Berechnung der Aren aus den Winkeln oder umgekehrt zu lehren, und die Elemente der Krystallographie sollen darin mit Ausschluß dieser Berechnung vorgetragen werden. Es mögen indeß hier doch, für diejenigen, welche der trigonometrischen Rechnungen kundig sind, einige wenige Formeln angegeben werden, welche die Abhängigkeit zwischen den Winkeln und den Aren für die am häufigsten vorkommenden Fälle ausdrücken.

Heißt c die Länge der Hauptare in einer quadratischen Pyramide, bedeutet A die Neigung der Flächen in den Endkanten (den Endkantenwinkel) und B die Neigung der Flächen in den Seitenkanten (den Seitenkantenwinkel) für eine solche Pyramide erster, und $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ dasselbe für eine solche Pyramide zweiter Ordnung, so gelten die Formeln:

$$c = cot\ \xi, \text{ wenn } cos\ \xi = cot\ ½\ A$$
$$c = tg\ ½\ B\ .\ \sqrt{½}$$
$$c = cot\ \xi, \text{ wenn } cos\ \xi = cos\ ½\ \mathfrak{A}\ .\ \sqrt{2}$$
$$c = tg\ ½\ \mathfrak{B}$$

$$cos\ A = -\frac{1}{2c^2+1} \qquad cos\ \mathfrak{A} = -\frac{1}{c^2+1}$$

$$cos\ B = -\frac{2c^2-1}{2c^2+1} \qquad cos\ \mathfrak{B} = -\frac{c^2-1}{c^2+1}$$

§. 171. Bei den folgenden Krystallbeschreibungen ist immer angegeben

für die Grundform P: die Länge der Hauptare c, bezogen auf die Länge einer Nebenare als Einheit; der Endkantenwinkel A, und der Seitenkantenwinkel B.

Für andere vorkommende Pyramiden erster Ordnung mP: dieselben Winkel A und B.

Für vorkommende Pyramiden zweiter Ordnung $mP\infty$: der Endkantenwinkel $\mathfrak{A}$ und der Seitenkantenwinkel $\mathfrak{B}$.

Für die zwei letzteren Arten von Formen ist diese speciellere Angabe weggelassen, wenn sie nur untergeordnet oder selten auftreten.

Da die symmetrisch achtseitigen Formen an künstlichen Krystallen fast nie, an Mineralien auch nur selten und unter-

Digitized by Google

geordneter vorkommen, so sind speciellere Angaben auch für diese hier nicht statthaft.

Nur kurze Krystallbeschreibungen können hier mitgetheilt, und also auch nur wenige Winkel (die der wichtigsten einfachen Formen) angegeben werden. Doch läßt sich aus diesen Angaben leicht ableiten, welche die Neigung der Flächen in vielen der wichtigeren Combinationskanten ist. Es gilt dieses für das quadratische, wie für die folgenden Systeme, und für den Anfänger ist es eine nützliche Uebung, diese Ableitungen selbst aufzusuchen. Einige in das quadratische System gehörige Fälle mögen hier beispielsweise erläutert werden.

§. 172. In dem Folgenden bedeute mP allgemein eine Pyramide erster, $mP\infty$ allgemein eine Pyramide zweiter Ordnung, wo m auch $=1$ sein, d. h. mP die Grundform, $mP\infty$ die erste stumpfere Pyramide bedeuten kann.

a) Der Combinationswinkel zwischen mP und $0P$ ist $=180^0 - \frac{1}{2}B$; der zwischen $mP\infty$ und $0P$ ist $= 180^0 - \frac{1}{2}B$. — Man sieht dies leicht ein, wenn man für irgend eine Pyramide einen Durchschnitt zeichnet, welcher durch die Hauptaxe und die Mittelpunkte zweier gegenüberliegender Seitenkanten geht; er hat die Gestalt eines Rhombus. Fig. 38. zeige einen solchen, worin df die Hauptaxe bedeutet; es giebt der Winkel def die Neigung der Flächen in den Seitenkanten, deg ist der halbe Seitenkantenwinkel, hie der Winkel in der Combinationskante mit $0P$, und $= 180^0 - deg$.

b) Der Combinationswinkel zwischen mP und ∞P ist $= 90^0 + \frac{1}{2}B$, der zwischen $mP\infty$ und $\infty P\infty$ ist $= 90^0 + \frac{1}{2}B$. — Der gesuchte Winkel ist gegeben durch $dik = kih + dih = 90^0 + deg = 90^0 +$ dem halben Seitenwinkel.

c) Der Combinationswinkel zwischen mP und $\infty P\infty$ ist $= \frac{1}{4}(720^0 - 2A)$, und der zwischen $mP\infty$ und $\infty P = \frac{1}{4}(720^0 - 2A)$. — Eine Pyramide bildet mit einem Prisma entgegengesetzter Ordnung eine Combination, worin 4 Pyramidenflächen mit 2 Prismaflächen in Einer Zone liegen (vergl. Fig. 177.). Ein Schnitt senkrecht auf die Axe dieser Zone giebt ein Sechseck (dessen Winkel zusammen 8 Rechte $= 720^0$ betragen), in welchem zwei gegenüberliegende Winkel den Endkantenwinkeln der Pyramide und die vier anderen den Combinationswinkeln

Digitized by Google

der Pyramide mit dem Prisma entsprechen. Heißt einer jener Endkantenwinkel A, so ist jeder der Combinationskantenwinkel $= \frac{1}{4}(720^0 - 2A)$.

d) Combinirt sich eine spitzere Pyramide mP, deren Seitenkantenwinkel $= B$ ist, mit einer stumpferen m_1P, deren Seitenkantenwinkel $= B_1$ ist, so ist der Combinationswinkel $= 180^0 + \frac{1}{2}B_1 - \frac{1}{2}B$. — Fig. 39. zeigt den in der angegebenen Weise (a) genommenen Durchschnitt der beiden Pyramiden, mit der Hauptaxe df und einer Hülfslinie $pgen$, welche eine durch die Seitenkanten beider Pyramiden gelegte Ebene vorstellt. Wir haben $dem = \frac{1}{2}B$; hni ist $= B_1$; nhp also $= 180^0 - B_1$; $nhm = \frac{1}{2}(180^0 - B_1) = 90^0 - \frac{1}{2}B_1$. Der gesuchte Combinationskantenwinkel ist hke; in dem Viereck $ekhm$, dessen Winkel zusammen 4 Rechte $= 360^0$ betragen, ist $hme = 90^0$, $khm = 90^0 - \frac{1}{2}B_1$, $kem = \frac{1}{2}B$; hke also $= 360^0 - (90^0 + [90^0 - \frac{1}{2}B_1] + \frac{1}{2}B) = 180^0 + \frac{1}{2}B_1 - \frac{1}{2}B$.

Ebenso ist der Combinationswinkel zwischen einer spitzeren Pyramide $mP\infty$ (Seitenkantenwinkel $= \mathfrak{B}$) und einer stumpferen $m_1P\infty$ (Seitenkantenwinkel $= \mathfrak{B}_1$) $= 180^0 + \frac{1}{2}\mathfrak{B}_1 - \frac{1}{2}\mathfrak{B}$.

In ganz ähnlicher Weise findet man leicht, daß der Combinationskantenwinkel zwischen einer Pyramide mP (Endkantenwinkel $= A$) und ihrer ersten stumpferen Pyramide $mP\infty = 90^0 + \frac{1}{2}A$ ist u. s. w. Der Winkel, unter welchem die Flächen eines Sphenoids $\frac{mP}{2}$, entstanden aus einer Pyramide mP mit den Kantenwinkeln A und B, in den Endkanten zu einander geneigt sind, ist $180^0 - B$, in den Seitenkanten $180^0 - A$.

Uebersicht einiger im quadratischen System krystallisirenden Substanzen.

§. 173. Von wichtigeren Substanzen, welche in Formen des quadratischen Systems krystallisiren, nennen wir hier folgende:

Nur für Einen unzerlegten Körper ist quadratische Krystallform beobachtet worden. — Zinn (Sn) auf galvanischem Wege langsam reducirt, zeigt im Wesentlichen die Combination $P \cdot \infty P \cdot P\infty \cdot \infty P\infty$, ähnlich Fig. 181.; die Kanten zwischen P

Digitized by Google

und ∞P, und zwischen $P\infty$ und $\infty P\infty$, sind abgestumpft durch Flächen von $3P$ und $3P\infty$. Für P ist: $c = 0{,}3857$, $A = 140°25'$, $B = 57°13'$.

§. 174. Unter den Oxyden krystallisiren mehrere von der Form MeO_2 quadratisch.

1) Zinnoxyd (Zinnstein, SnO_2). Gewöhnlichste Form: $P . \infty P . P\infty . \infty P\infty$ (Fig. 181.), die Prismen oft nur schmal ausgebildet, $P\infty$ auch fehlend; einige andere vorkommende Flächen zeigen die Combinationen Fig. 184. und 185. Für P ist: $c = 0{,}6743$, $A = 121°35'$, $B = 87°17'$. Zwillinge wie Fig. 182. und 183. (vergl. §. 169.). Unvollkommen spaltbar nach ∞P und $\infty P\infty$, nur in Spuren nach P.

2) Titansäure (Rutil, TiO_2). Säulenartig durch Vorherrschen von Prismen; krystallisirt als $P . \infty P . P\infty . \infty P\infty$ (Fig. 181.), auch ohne $P\infty$ u. a. Für P ist: $c = 0{,}6555$, $A = 122°32'$, $B = 83°58'$. Zwillinge nach demselben Gesetz wie bei SnO_2; deutlich spaltbar nach ∞P und $\infty P\infty$.

Diese beiden Verbindungen sind isomorph; die Titansäure existirt indeß in noch zwei anderen Modificationen mit anderer Krystallform. Als Anatas erscheint sie in Krystallen, die zwar auch quadratisch sind, aber mit der Form des Rutils nicht vereinbar; wie denn überhaupt der Anatas naturhistorisch, nach specif. Gew., Härte, Spaltbarkeit u. s. w., vom Rutil verschieden ist. Gewöhnlichste Form des Anatases ist die Grundform P, ähnlich Fig. 362.; eine Combination zeigt Fig. 179. (vgl. §. 147.). Für P ist: $c = 1{,}7670$, $A = 97°56'$, $B = 136°22'$. Vollkommen spaltbar nach P, weniger nach $0P$. — Hinsichtlich der dritten Modification der Titansäure vergl. §. 287.

§. 175. Manganoxyd-Oxydul (Hausmannit, Mn_3O_4); spitze Pyramide, ähnlich Fig. 362.; $c = 1{,}175$, $A = 105°25'$, $B = 117°54'$; ziemlich spaltbar nach $0P$, weniger deutlich nach P.

Manganoxyd (Braunit, Mn_2O_3), stumpfe Pyramide, ähnlich Fig. 73; $c = 0{,}985$, $A = 109°53'$, $B = 180°39'$; vollkommen spaltbar nach P, nicht nach $0P$.

Strontianhydrat ($SrO + 9HO$). Quadratisches Prisma $\infty P . 0P$, die Kanten zwischen ∞P und $0P$ abgestumpft durch P. Für P ist: $c = 0{,}6411$, $A = 123°17'$, $B = 84°24'$; leicht spaltbar nach $0P$, weniger nach ∞P. Auch an Barythydrat

Digitized by Google

($BaO + 9HO$) hat man vierseitige, mit vierseitigen Pyramiden zugespitzte Krystalle beobachtet, die vielleicht mit den vorhergehenden isomorph sind.

§. 176. Zweifach-Schwefelwismuth (BiS_2) zeigt $\infty P . \infty P\infty . 0P$ (Fig. 174.) lang und dünn.

Kupferkies ($FeCuS_2$). Die Grundform P, für welche $c = 0{,}985$, $A = 109°53'$, $B = 108°40'$, erscheint hemiëdrisch als Sphenoid für sich und in Combinationen (z. B. Fig. 196., vergl. §. 160. — 162.); meistens in Zwillingen (vergl. §. 168.). Spaltbar nach $2P\infty$, aber gewöhnlich undeutlich.

Drittel-Arsenikkickel (krystallisirte Kobaltspeise, Ni_3As) zeigt $P.0P$ (ähnlich Fig. 186.). Für P ist: $c = 1{,}124$, $A = 106°28'$, $B = 115°39'$. Die Seitenkanten sind manchmal zugeschärft durch $2P$, dessen Flächen dann einen Winkel B von $145°5'$ machen.

§. 177. Halb-Chlorqueckſilber (Queckſilberchlorür, Calomel, Queckſilberhornerz, Hg_2Cl) zeigt die Combination $P . \infty P\infty$ (ähnlich Fig. 192.), auch mit ∞P, $P\infty$ und $0P$. Für P ist: $c = 1{,}744$, $A = 98°7'$, $B = 135°56'$.

Queckſilberjodid (HgJ) krystallisirt in der rothen Modification quadratisch; es zeigt die Formen P (ähnlich Fig. 362.), $P . 0P$, $\infty P\infty . 0P . P$ (ähnlich Fig. 193.), $\infty P\infty . 0P$. Für P ist: $c = 1{,}997$, $A = 96°24'$, $B = 141°0'$. Vollkommen spaltbar nach $0P$. Das Queckſilberjodid ist dimorph, vergl. §. 289.

1) Kupferchlorid-Chlorkalium ($CuCl, KCl + 2HO$) und 2) Kupferchlorid-Chlorammonium ($CuCl, AmCl + 2HO$) krystallisiren in gleicher Form: $P.\infty P\infty$ (Fig. 177.), oft verzerrt, (Fig. 178., vgl. §. 157. und 158.). Es ist für P

bei 1): $c = 0{,}751$, $A = 118°\ 2'$ $B = 93°27'$

bei 2): $c = 0{,}743$, $A = 118°23'$ $B = 92°51'$.

§. 178. Eine andere isomorphe Gruppe bilden 1) Molybdänsaures Bleioxyd (Gelbbleierz, PbO, MoO_3) und 2) Wolframsaures Bleioxyd (Scheelbleispath, PbO, WO_3). Die häufigsten Gestalten sind P (ähnlich Fig. 362.), die oft tafelförmige Combination $P.0P$, u. a. Beide sind undeutlich spaltbar parallel P.

Für P ist bei 1): $c = 1{,}574$, $A = 99°40'$ $B = 131°35'$

bei 2): $c = 1{,}5692$, $A = 99°42'$ $B = 131°30'$.

Diesen schließt sich an 3) Wolframsaurer Kalk (Scheelit,

Digitized by Google

Schwerstein, Ca O, Wo O_3). Gewöhnlichste Form ist die in Fig. 198. mit *P* bezeichnete Pyramide, charakteristisch die in der Combination Fig. 198. auftretende Hemiëdrie (vergl. §. 167.). Für diese Pyramide *P* ist $c = 1{,}0488$, $A = 108^{\circ}12'$, $B = 112^{\circ}1'$. Spaltbarkeit zeigt sich undeutlich parallel den Flächen dieser Pyramide, deutlicher parallel den Flächen der ersten spitzeren $2P\infty$ (Fig. 198.). Nimmt man letztere Pyramide als Grundform, (wo alsdann die in Fig. 198. mit *P* bezeichnete als erste stumpfere, $P\infty$, zu deuten wäre), so hätte man für sie $c = 1{,}4836$, $A = 100^{\circ}40'$, $B = 129^{\circ}2'$, also große Uebereinstimmung mit den Grundformen der vorhergehenden Verbindungen. Die letztere, spitzere Pyramide als Grundform zu betrachen, hat man Anstand genommen, weil sie zwar manchmal vorherrschend, aber doch nicht selbstständig auftritt, und die stumpfere (in Fig. 198. mit *P* bezeichnete) die gewöhnlichere Form ist.

§. 179. Isomorph sind:

1) Phosphorsaures Kali ($KO, 2HO + {}_{\bullet}PO_5$)
2) Phosphorsaures Ammoniumoxyd ($AmO, 2HO + {}_{\bullet}PO_5$)
3) Arsensaures Kali ($KO, 2HO + AsO_5$)
4) Arsensaures Ammoniumoxyd ($AmO, 2HO + AsO_5$)

Sie krystallisiren gewöhnlich in der Combination $\infty P.P$, ähnlich Fig. 175., aber mit stumpfer Pyramide (vergl. §. 163).

Es ist für 1 und 3 : $c = 0{,}6640$, $A = 122^{\circ}\,6'$ $B = 86^{\circ}24'$
2 » 4 : $c = 0{,}7122$, $A = 119^{\circ}46'$ $B = 90^{\circ}25'$

Isomorph sind:

1) Schwefelsaures Nickeloxydul ($NiO, SO_3 + 7HO$)
2) Selensaures Nickeloxydul ($NiO, SeO_3 + 7HO$)
3) Selensaures Zinkoxyd ($ZnO, SeO_3 + 7HO$)

Diesen Formeln gehören noch andere Krystallformen an, wie am bestimmtesten für das schwefelsaure Nickeloxydul erwiesen ist (vergl. §. 296. und 349.); quadratisch krystallisirt dasselbe bei 15 bis 20°, und namentlich aus der sauren Lösung. Alle drei Salze zeigen wesentlich dieselben Gestalten, Fig. 186. bis 191. (vergl. §. 156.), und Dimensionen;

für die Grundgestalt *P* ist: $c = 1{,}888$, $A = 97^{\circ}4'$ $B = 138^{\circ}56'$
für ½ *P* ist: $A = 111^{\circ}4'$ $B = 106^{\circ}20'$

Digitized by Google

Sehr deutlich spaltbar noch $0P$, weniger nach $\infty P\infty$.

§. 180. Isomorph sind die verschiedenen Arten von Uranglimmer:

Phosphorsaure Uranoxyd-Kalkerde
(Uranit, $CaO, 2U_2O_3, PO_5 + 8HO$)

Phosphorsaures Uranoxyd-Kupferoxyd
(Chalkolith, $CuO, 2U_2O_3, PO_5 + 8HO$)

Die Krystalle sind meist tafelförmig, $0P$ vorherrschend, mit P und ∞P. Für P ist: $c = 2{,}115$, $A = 95°46'$, $B = 143°2'$. Vollkommen spaltbar parallel $0P$.

Isomorph sind:

1) Schwefelsaures und Silberoxyd-Ammoniak
($AgO, 2NH_3, SO_3$)

2) Selensaures " " "
($AgO, 2NH_3, SeO_3$)

3) Chromsaures " " "
($AgO, 2NH_3, CrO_3$)

Die Krystalle zeigen die Combination $\infty P\infty . 0P . \infty P . P$ (ähnlich wie Fig. 197., wenn man sich alle Kanten zwischen $0P$ und ∞P abgestumpft, und ∞P und P durch die anderen Flächen mehr zurückgedrängt denkt).

Es ist für 1): $c = 0{,}5351$, $A = 129°29'$ $B = 74°14'$
2) $0{,}5380$ $129°18'$ $74°32'$
3) $0{,}5481$ $128°39'$ $75°34'$

Parasulfat-Ammon (NH_3, SO_3) krystallisirt in der hemiëdrischen Veränderung einer spitzen quadratischen Pyramide (Fig. 204.), wie sie §. 165. beschrieben wurde. Für P ist: $c = 1{,}648$, $A = 98°56'$, $B = 133°32'$.

Kohlensaures Bleioxyd-Chlorblei (Hornblei, Bleihornerz; $PbCl + PbO, CO_2$) zeigt verschiedene Combinationen der Formen P, $0P$, ∞P, $\infty P\infty$ (z. B. ähnlich wie Fig. 197., wenn man sich alle Kanten zwischen $0P$ und ∞P abgestumpft denkt). Für P ist: $c = 0{,}7667$, $A = 117°22'$, $B = 94°38'$. Spaltbar parallel ∞P.

§. 181. Kieselsaure Zirkonerde (Hyacinth o. Zirkon; Zr_2O_3, SiO_3 nach Berzelius, $2ZrO, SiO_2$ nach L. Gmelin). Vorherrschend sind meist die Flächen von P, ∞P oder $\infty P\infty$ (in Combinationen wie Fig. 194., 195. u. a.). Für P ist:

Digitized by Google

$c = 0{,}6405$, $A = 123°19'$, $B = 84°20'$. Unvollkommen ſpaltbar parallel ∞P.

Als zuſammengeſetztere kieſelſaure Verbindungen, welche beſonders bemerkenswerth ſind, mögen noch genannt werden:

Apophyllit ($KO, 2SiO_3 + 8[CaO, SiO_3] + 16HO$ nach Berzelius, $KO, 2SiO_2 + 6[CaO, 2SiO_2] + CaO, SiO_2 + CaFl + 16HO$ nach L. Gmelin). Gewöhnlichſte Form iſt $P.\ \infty P\infty$ (Fig. 192.), auch dieſelbe mit $0P$ (Fig. 193.; vergl. §. 155.). Für P iſt: $c = 1{,}2517$, $A = 104°0'$, $B = 121°4'$. Vollkommen ſpaltbar parallel $0P$, undeutlich parallel $\infty P\infty$.

Veſuvian (Idokras) hat die chemiſche Conſtitution der Granate (vergl. §. 134., nämlich

$3CaO, SiO_3 + Al_2O_3, SiO_3$ nach Berzelius,

$3CaO, 2SiO_2 + Al_2O_3, SiO_2$ nach L. Gmelin,

wo CaO theilweiſe durch MgO, MnO, FeO, und Al_2O_3 theilweiſe durch Fe_2O_3 vertreten iſt), aber quadratiſche Kryſtallform, bietet alſo ein Beiſpiel von Dimorphismus. Gewöhnliche Form iſt P mit $0P$, ∞P, $P\infty$. $\infty P\infty$ u. a. (etwa wie Fig. 181., wenn man ſich die Endecken ſtark abgeſtumpft denkt). Für P iſt: $c = 0{,}5351$, $A = 129°29'$, $B = 74°14'$. Undeutlich ſpaltbar parallel ∞P und $\infty P\infty$.

§. 182. Unter den Verbindungen der organiſchen Chemie führen wir an:

Queckſilbercyanid ($HgCy$); für P iſt: $c = 0{,}4596$, $A = 134°40'$, $B = 66°2'$. P zeigt ſich meiſt ſphenoidiſch hemiëdriſch, Fig. 36.; Combinationen wie Fig. 199. bis 202., vergl. §. 164.

Ferrocyankalium oder Eiſencyanür-Cyankalium (Blutlaugenſalz, $Cfy, 2K + 3HO$ oder $FeCy + 2KCy + 3HO$). Gewöhnlichſte Form iſt $P.\ 0P$ (ähnlich Fig. 186.), zuweilen mit Flächen von $P\infty$ und $\infty P\infty$. Für P iſt: $c = 1{,}768$, $A = 97°56'$, $B = 136°24'$. — Damit iſomorph iſt das Ferrocyanammonium oder Eiſencyanür-Cyanammonium ($Cfy, 2Am + 3HO$ oder $FeCy + 2AmCy + 3HO$); für P iſt: $c = 1{,}789$, $A = 97°46'$, $B = 136°52'$.

§. 183. Mellithſaure (Honigſteinſaure) Thonerde (Honigſtein, $Al_2O_3, 3C_4O_3 + 18HO$) zeigt die Form P, mit $\infty P\infty$

Digitized by Google

(Fig. 176.) und $0P$. Für P ist: $c = 0{,}7453$, $A = 118°17'$, $B = 93°1'$. Sehr unvollkommen spaltbar parallel P.

Ameisensaurer Strontian ($SrO, C_2HO_3 + 2HO$). Für P ist $c = 1{,}177$; für P: $A = 105°23'$, $B = 118°0'$; für $P\infty$: $\mathfrak{A} = 112°47'$, $\mathfrak{B} = 99°17'$; für $2P\infty$: $\mathfrak{A} = 98°48'$, $\mathfrak{B} = 133°58'$. Gewöhnlich zeigt sich P mit $0P$ (vergl. §. 159.), wozu $2P\infty$ untergeordnet tritt, oder P mit $P\infty$, welches dann hemiëdrisch auftritt (vergl. §. 163.); diese Hemiëdrie der ersten stumpferen Pyramide, $\frac{P\infty}{2}$, ist auch manchmal vorherrschende Form.

§. 184. Essigsaure Kupferoxyd-Kalkerde ($CuO, C_4H_3O_3 + CaO, C_4H_3O_3 + 8HO$) krystallisirt in der Form $\infty P . \infty P\infty . 0P$ (Fig. 174.), und in derselben mit hemiëdrisch auftretenden Flächen von P (Fig. 197., vergl. §. 163.). Für P ist: $c = 1{,}035$, $A = 108°33'$, $B = 111°20'$.

Essigsaures Uranoxyd-Kali ($2[U_2O_3, C_4H_3O_3] + KO, C_4H_3O_3 + 2HO$) krystallisirt in der Combination $P . \infty P$ (Fig. 175.). Für P ist: $c = 1{,}285$, $A = 103°26'$, $B = 122°21'$.

Essigsaures Uranoxyd-Silberoxyd ($2[U_2O_3, C_4H_3O_3] + AgO, C_4H_3O_3 + 2HO$) krystallisirt in derselben Form, aber mit anderen Winkeln; für P ist bei ihm: $c = 1{,}5385$, $A = 100°3'$, $B = 130°38'$.

Hämatoxylin ($C_{40}H_{17}O_{15} + 8HO$?). Für P ist: $c = 0{,}63$ ungefähr, $A = 124°$. Gewöhnliche Form $\infty P\infty . P$ (ähnlich Figur 192.), auch mit untergeordnetem $P\infty$. Vergl. §. 158.

Digitized by Google

Hexagonales System.

§. 185. Die Kryſtalle des hexagonalen Syſtems haben drei Nebenaxen, welche in Einer Ebene und unter 60° zu einander geneigt liegen, und eine Hauptaxe, welche auf den Nebenaxen rechtwinklig ſteht. Die drei Nebenaxen ſind unter ſich gleichartig, die Hauptaxe iſt in Beziehung auf die Nebenaxen ungleichartig. Die Formen dieſes Syſtems haben ſomit große Analogie mit den Formen des quadratiſchen Syſtems. Beiderlei Formen ſind, wenn man die Hauptaxe aufrecht ſtellt, oben und unten anders ausgebildet als neben; aber während die Formen des quadratiſchen Syſtems gleiche Ausbildung nach vier Richtungen zeigten (nach links, rechts, vorn und hinten, vergl. §. 137.), zeigen die des hexagonalen Syſtems gleiche Ausbildung nach ſechs in einer Horizontalebene liegenden Richtungen, nämlich an den ſechs Enden der drei Nebenaxen.

Die Verſchiedenheit der Hauptaxe von den Nebenaxen iſt auch in dem hexagonalen Syſtem zunächſt qualitativer Art, d. h. die Kryſtalle ſind an den Enden der erſteren anders ausgebildet als an den Enden der letzteren. Aber damit iſt auch eine Ungleichheit in der Größe der beiderlei Axen verbunden; die Hauptaxe iſt bald größer, bald kleiner als eine Nebenaxe. Ihre Größe wird angegeben, bezogen auf die einer Nebenaxe als Einheit. Den Nebenaxen bleibt auch hier die Bezeichnung *a*, der Hauptaxe die Bezeichnung *c*.

Das Axenſyſtem des hexagonalen Syſtems denken wir uns ſo geſtellt, daß die Hauptaxe aufrecht ſteht, und eine Nebenaxe in der Richtung von links nach rechts ſich befindet. In der Zeich-

Digitized by Google

nung erscheinen dann diese Nebenare und die Hauptare unverkürzt, und man kann ihr Größenverhältniß leicht überblicken. — Die Zeichnung des heragonalen Arensystems folgt einfach aus dem §. 15. Bemerkten. Wenn in Fig. 8. die Punkte *a* und *d*, *b* und *e*, *c* und *f*, im Grundriß oder in dem perspectivischen Bilde, durch Linien verbunden werden, so hat man die drei Nebenaren im Grundriß oder in perspectivischer Ansicht. Durch den Kreuzungspunkt dieser drei Nebenaren zieht man dann die Hauptare rechtwinklig auf die Nebenare, die von links nach rechts geht, und in dem Größenverhältniß zu dieser, wie es gerade der zu zeichnenden Substanz entspricht. So zeigen die punktirten Linien in Figur 376. ein heragonales Arenkreuz, wo *c* 0,85mal so groß ist als *a*.

Die Lage einer Fläche an Formen des heragonalen Systems bestimmt man weitläufiger durch die Angabe, wie die Fläche die drei Nebenaren und die Hauptare schneidet, abgekürzt aber so, daß man dies für die Hauptare und für zwei Nebenaren angiebt, denn daraus kann man die Lage der Fläche gegen die dritte Nebenare ableiten.

Einfache holoëdrische Formen.

§. 186. Die einfachste Form ist durch Flächen begrenzt, welche zwei Nebenaren in gleichem Abstand von dem Mittelpunkte schneiden, mit der dritten Nebenare parallel gehen und irgendwo die Hauptare schneiden. Diese Form bezeichnet man als (doppelte) heragonale Pyramide, auch als gleichkantige sechsseitige Pyramide, Heragondodekaëder, Dippyramidaldodekaëder, Quarzoid u. a.

Die heragonalen Pyramiden (Fig. 375. — 377., Modell 27.*) haben 12 Flächen, welche gleichschenklige Dreiecke sind. (Je nachdem diese gleichschenkligen Dreiecke spitze oder stumpfe sind, kann man spitze und stumpfe heragonale Pyramiden unterscheiden). Die 8 Ecken sind zweierlei Art: 2 Endecken *A*, (Fig. 376.), wo die Hauptaren ausmünden, 6 Seitenecken *B*, wo die Nebenaren

*) Es ist bei diesem Modell $c = 1, 1$; dieses Arenverhältniß ist das bei dem Quarz vorkommende.

Digitized by Google

ausmünden. Die 18 Kanten sind gleichfalls zweierlei Art: 6 Seitenkanten BB, deren jede zwei Seitenecken verbindet, und 12 Endkanten AB, deren jede ein Seiteneck und ein Endeck verbindet. Ein durch die drei Nebenaren gelegter Schnitt ist ein regelmäßiges Sechseck; ein durch eine Nebenare und die Hauptare gelegter ist ein Rhombus. (Hinsichtlich Verwechslungen vergl. §. 97., 208., 260., 262.)

Die in der Natur vorkommenden heragonalen Pyramiden sind verschieden spitz oder stumpf, d. h. verschieden in Beziehung auf das Größenverhältniß zwischen Haupt- und Nebenaren. Zur Ermittelung dieses Verhältnisses dient die Bestimmung eines Winkels an der Pyramide, des Winkels, unter welchem die Flächen in einer Seitenkante oder in einer Endkante zusammenstoßen. §. 234. werden die nothwendigsten Formeln für diese Ermittelung angegeben.

§. 187. Ganz analog dem, was §. 139. über das Auftreten mehrerer quadratischer Pyramiden an Krystallen desselben Körpers gesagt wurde, kommen auch an einer und derselben Substanz verschiedene heragonale Pyramiden vor. Man nimmt auch unter diesen eine als Grundform an, und unterscheidet davon diejenigen, deren Flächen eine ähnliche Lage haben, als spitzere oder stumpfere Pyramiden erster Ordnung (oder gleicher Ordnung wie die der Grundform ist). Die Hauptare der Grundform wird mit c bezeichnet, und man hat für die Flächen

der Grundform: $a:a:\infty a:c$ abgekürzt P

stumpfere Pyramiden

erster Ordnung $a:a:\infty a:mc\,(m<1)$ » $mP\ (m<1)$

spitzere Pyramiden

erster Ordnung $a:a:\infty a:mc\,(m>1)$ » $mP\ (m>1)$

Für diejenigen Pyramiden, welche sich an Krystallen derselben Substanz vorfinden, stehen auch wieder die Werthe von m in einfachen und rationalen Verhältnissen zu 1.

Denkt man sich die Hauptare auf 0 verkürzt, so erhält man das Zeichen $0P$ für die Endfläche. Denkt man sich die Hauptare unendlich verlängert, so erhält man das erste heragonale Prisma (Fig. 378.), eine ungeschlossene Form, begrenzt durch sechs Flächen, deren jede zwei Nebenaren gleich weit vom Mittelpunkt schneidet und mit der dritten Nebenare und der Haupt-

Digitized by Google

are parallel geht. Hinsichtlich der Formen, welche einem heragonalen Prisma ähnlich sind, vergleiche namentlich §. 264., 265., 312.

§. 188. Außer den heragonalen Pyramiden erster Ordnung, deren Flächen in so fern gleiche Lage mit denen der Grundform haben, als auch sie zwei Nebenaren in gleichem Abstand von dem Mittelpunkt schneiden und der dritten Nebenare parallel gehen — kommen auch heragonale Pyramiden zweiter Ordnung vor, deren Flächen im Allgemeinen so liegen, wie die Endkanten von Pyramiden erster Ordnung. Die Stellung der Pyramiden erster und zweiter Ordnung zu einander übersieht man in Fig. 40., welche einen Schnitt durch die Seitenkanten zweier solcher Pyramiden darstellt; die punktirten Linien sind die drei Nebenaren, die ausgezogenen Linien zeigen die Lage der Seitenkanten einer Pyramide erster Ordnung, die gestrichelten die einer Pyramide zweiter Ordnung. Nennt man a den Abstand vom Mittelpunkte, in welchem die Seitenkanten (oder Flächen) der Pyramide erster Ordnung die Nebenaren schneiden, so gehen die Seitenkanten (oder Flächen) der Pyramiden zweiter Ordnung in der Richtung $2a : a : 2a$; die allgemeine Formel einer Pyramide zweiter Ordnung ist $a : 2a : 2a : mc$ oder abgekürzt $mP2$.

Die heragonalen Pyramiden zweiter Ordnung sind als solche nur in Beziehung zu einer bestimmten Grundform zu erkennen. Eine einzeln auftretende heragonale Pyramide kann man eben so gut als eine erster Art, wie als eine zweiter Art betrachten, und wird das erstere thun, wo nicht das Vorkommen noch einer entgegengesetzten Pyramide, welche angemessener als Grundform erscheint, oder Spaltungsrichtungen das Gegentheil anrathen. Bestimmt man die Stellung des Arensystems durch die Grundform, so daß man die Nebenaren durch die Seitenecken derselben gehen läßt, so zeichnen sich die Pyramiden zweiter Ordnung dadurch aus, daß bei ihnen die Nebenaren durch die Mittelpunkte der Seitenkanten gehen. Die Seitenecken C der Pyramiden zweiter Ordnung (Fig. 385., 386., 387.) liegen zwischen zwei Nebenaren.

§. 189. Unter den heragonalen Pyramiden zweiter Ordnung sind wieder zwei vorzüglich zu merken, welche die Grundform in

Digitized by Google

besonders regelmäßiger Weise abändern. Die eine ist die erste stumpfere Pyramide der Grundform, d. h. diejenige, deren Flächen dieselbe Lage und Neigung gegen die Hauptaxe haben, wie die Endkanten der Grundform. Denkt man sich in dem Kreuzungspunkte der Nebenaxen Fig. 40. eine Hauptaxe senkrecht auf die Ebene des Papiers, deren oberes Ende in einem bestimmten Abstand c vom Mittelpunkt ist, so sieht man leicht ein, daß für die Grundform $a : a : \infty a : c$ die erste stumpfere Pyramide eine solche ist, deren Flächen in der Richtung $a : 2a : 2a : c$ liegen, und allgemein ist für jede Pyramide mP die erste stumpfere $mP2$. Anders ausgedrückt: durch die Flächen einer Pyramide zweiter Ordnung $mP2$ werden die Endkanten einer Pyramide erster Ordnung mP gerade abgestumpft.

Die erste spitzere Pyramide für die Grundform ist diejenige, deren Endkanten dieselbe Lage und Neigung gegen die Hauptaxe haben, wie die Flächen der Grundform. Ist die Grundform in Fig. 40. durch den Punkt c auf der (mittelst einer Nadel wieder leicht darzustellenden) Hauptaxe und die ausgezogenen Seitenkanten angedeutet, so werden die Endkanten der ersten spitzeren Pyramide in der Richtung c zu b, c zu d u. s. f. gehen, wenn b, d u. s. f. die Mittelpunkte der Seitenkanten der Grundform sind; eine Fläche der ersten spitzeren Pyramide wird also in der Richtung $c : b : d$ liegen. Die Linie bd schneidet aber die eine Nebenaxe in $^3/_4$ der Entfernung vom Mittelpunkte, in welcher die Seitenkanten der Grundform die Nebenaxen schneiden, (in dem Dreiecke gfk halbirt eine Linie fh die Linie gk, so daß $gh = hk = {}^2/_4\, a$, wenn man $gk = a$ setzt; in dem Dreieck fhk halbirt di die Linie hk, so daß $hi = {}^1/_4 a$ ist; also ist $gi = {}^3/_4 a$). Die Flächen der ersten spitzeren Pyramide der Grundform gehen also in der Richtung $^3/_4 a : 2 . {}^3/_4 a : 2 . {}^3/_4 a : c$ oder $a : 2a : 2a : {}^4/_3 c$, und haben die abgekürzte Bezeichnung $^4/_3 P2$; allgemein ist für jede Pyramide erster Ordnung mP die zugehörige erste spitzere Pyramide $^4/_3 mP2$.

Es können sich heragonale Pyramiden zweiter Ordnung von verschiedenen Axenverhältnissen an derselben Substanz vorfinden, aber für jede Pyramide $mP2$ steht m in einem einfachen und rationalen Verhältniß zu 1. — Denkt man sich in einer solchen Pyramide die Hauptaxe auf 0 verkürzt, so geht sie wieder in

Digitized by Google

die Endfläche über; denkt man ſie ſich unendlich verlängert, ſo geht ſie über in das zweite heragonale Prisma (Figur 388.), deſſen Flächen alſo gerade da liegen, wo bei dem erſten heragonalen Prisma die Kanten liegen.

§. 190. Die Pyramiden und Prismen erſter und zweiter Ordnung aus dem heragonalen Syſtem entſprechen alſo ganz den gleichnamigen Formen aus dem quadratiſchen Syſtem; auch für die Formen, welche in dem letzteren Syſtem als ſymmetriſch achtſeitige Pyramiden und Prismen beſprochen wurden, giebt es in dem heragonalen Syſtem entſprechende. Symmetriſch zwölfſeitige Pyramiden (auch Dipyramiden, Didodekaëder, Berylloide u. a.) nennt man Formen, deren Flächen gehörig verlängert alle drei Nebenaren ungleich und auch die Hauptaxe ſchneiden. Fig. 381. zeigt eine ſolche, von deren Flächen jede zwiſchen den drei Nebenaren in der Richtung $\frac{3}{2}a : a : 3a$ liegt*); man ſieht dies deutlicher in Fig. 41., welche einen Schnitt durch die Seitenkanten dieſer ſymmetriſch zwölfſeitigen Pyramide darſtellt.

Die ſymmetriſch zwölfſeitigen Pyramiden haben 24 Flächen, welche ungleichſeitige Dreiecke ſind. Die 14 Ecken ſind dreierlei Art: 2 Endecken A, 6 Seitenecken B, welche in den Nebenaren liegen, 6 Seitenecken C, welche zwiſchen den Nebenaren liegen (vergl. Fig. 41.); die erſteren liegen alſo wie Seitenecken von heragonalen Pyramiden erſter, die letzteren wie Seitenecken von heragonalen Pyramiden zweiter Ordnung. Die 36 Kanten ſind gleichfalls dreierlei Art: 12 Seitenkanten BC, 12 Endkanten AB, welche den Endkanten von heragonalen Pyramiden erſter, und 12 Endkanten AC, welche denen von Pyramiden zweiter Ordnung entſprechen.

Die Flächen der ſymmetriſch zwölfſeitigen Pyramide liegen in der Richtung $a : na : pa : mc$, wenn man eine Grundform mit Flächen in der Richtung $a : a : \infty a : c$ vorausſetzt. Die Werthe von n, p und m ſtehen zu 1 in einfachen und rationalen Verhältniſſen. Der Werth von n ſchwankt zwiſchen 1 und 2; für $n = 1$ geht obige Formel über in die einer heragonalen Pyramide erſter, für $n = 2$ in die einer ſolchen zweiter Ordnung.

*) Modell 29. zeigt eine ſymmetriſch zwölfſeitige Pyramide $P\frac{3}{2}$, bezogen auf die durch Modell 27. dargeſtellte Pyramide als Grundform P.

Digitized by Google

Ist der Werth von n bekannt, so kann man den von p leicht ableiten; die Lage einer Fläche ist überhaupt bestimmt, wenn man weiß, in welcher Richtung sie gegen zwei Nebenaren und die Hauptaxe liegt. Die Formel $a : na : pa : mc$ wird deßhalb abgekürzt geschrieben mPn; Fig. 381. stellt vor $P3/2$, Fig. 380. $1/2 P3/2$, Fig. 382. $2P3/2$, alles dies in Beziehung auf Fig. 376. als Grundform P.

Für den Fall, daß in der Formel mPn $m = \infty$ wird, geht die symmetrisch zwölfseitige Pyramide über in das symmetrisch zwölfseitige Prisma (Fig. 383).

Ganz analog dem, was oben §. 144. und 145. über die symmetrisch achtseitigen Pyramiden und Prismen angeführt wurde, können regulär-zwölfseitige Pyramiden und Prismen nicht vorkommen; in den Formeln $a : na : pa : mc$ oder $a : na : pa : \infty c$ ständen nämlich dann n und p zu 1 in irrationalen Verhältnissen. Ein zwölfseitiges Prisma mit gleichen Kanten ist eine Combination des ersten und des zweiten heragonalen Prisma's (vergl. §. 194.)

§. 191. Die heragonalen Pyramiden erster und zweiter Ordnung, die symmetrisch zwölfseitigen Pyramiden, das erste und das zweite heragonale Prisma, symmetrisch zwölfseitige Prismen und die Endfläche sind die holoëdrischen Formen, welche in dem heragonalen System möglich sind. Tafel XIX. (Fig. 374. — 388.) giebt in den Zeichen eine vollständige Uebersicht über sie, wie sie von einer Grundform P aus sich entwickeln, und in den Figuren Beispiele für die allgemeineren Zeichen (z. B. $2P$ für mP wo $m > 1$, $P3/2$ für Pn u. s. f.).

Die geschlossenen holoëdrischen Formen des heragonalen Systems kommen nur selten selbstständig vor; so eine heragonale Pyramide an dem Quarz, an der Verbindung von Traubenzucker und Kochsalz (es ist in Beziehung auf diese Pyramiden etwas zu bemerken, was erst §. 208. besprochen werden kann). Alle ungeschlossenen Formen, die symmetrisch zwölfseitigen Pyramiden und die anderen geschlossenen holoëdrischen Formen bei weitem am häufigsten finden sich in Combinationen. Es entsprechen diese so sehr den §. 147. bis 156. betrachteten Combinationen des quadratischen Systems, daß wir sie hier nur kurz anzuführen brauchen.

Digitized by Google

Combinationen der holoëdrischen Formen.

§. 192. Heragonale Pyramiden derselben Ordnung combiniren sich so, daß die stumpfere eine Zuspitzung der Endecken an der spitzeren, oder die spitzere eine Zuschärfung der Seitenkanten an der stumpferen hervorbringt. Von Combinationen der Pyramiden verschiedener Ordnung ist namentlich die der Grundform P mit der ersten stumpferen Pyramide $P2$ hervorzuheben. Die Flächen der letzteren stumpfen die Endkanten der ersteren gerade ab, wie in Fig. 215., einer Combination des Apatits, sichtbar ist; es tritt hier noch eine spitzere Pyramide erster Ordnung, $2P$, auf, deren Endkanten gleichfalls abgestumpft sind, was (vergl. §. 189.) durch $2P2$ geschieht.

Die erste spitzere Pyramide für die Grundform, $\frac{4}{3}P2$, kommt nicht so häufig vor, doch werden wir unten ihr Auftreten in einigen Combinationen betrachten; ihre Endkanten werden durch die Flächen der Grundform P gerade abgestumpft (vergl. §. 189.). Eine andere spitzere Pyramide zweiter Ordnung ist außerdem wichtig, nämlich $2P2$; darüber, wie sie in Combinationen kenntlich ist, vergl. §. 193.

Die Endfläche, $0P$, bringt an den heragonalen Pyramiden Abstumpfungen der Endecken hervor (Fig. 211.; Apatit).

§. 193. An einer vorherrschenden heragonalen Pyramide bringt das heragonale Prisma gleicher Ordnung Abstumpfung der Seitenkanten hervor, das heragonale Prisma entgegengesetzter Ordnung Abstumpfung der Seitenecken. An einem vorwaltenden Prisma bringt eine heragonale Pyramide gleicher Ordnung sechsflächige Zuspitzung der Enden hervor, wo die Zuspitzungsflächen gerade aufgesetzt sind auf die Prismaflächen (Fig. 205., Modell 28., Quarz; hinsichtlich Verwechslungen vergl. §. 208., 264., 265.); eine heragonale Pyramide entgegengesetzter Ordnung bewirkt eine sechsflächige Zuspitzung, wo die Zuspitzungsflächen auf die Prismakanten gerade aufgesetzt sind.

An der Combination einer heragonalen Pyramide erster Ordnung mP und dem ersten heragonalen Prisma ∞P bringt eine spitzere Pyramide zweiter Ordnung $2mP2$ Abstumpfung der Combinationsecken hervor; die Abstumpfungsflächen sind Rhomben,

Digitized by Google

und die Kanten, in welchen sie die Flächen von mP und ∞P schneiden, sind den Endkanten von mP parallel. So zeigen sich nicht selten an der Combination $P.\infty P$ des Quarzes (Fig. 205.) einzelne Combinationsecken in dieser Weise abgestumpft; wären sie es alle, so würde eine Form wie Fig. 208. entstehen. Die hier mit x bezeichneten Abstumpfungsflächen gehören der Pyramide $2P2$ an; über ihr vereinzeltes Auftreten vergl. §. 229.

§. 194. Die heragonalen Prismen combiniren sich mit der Endfläche; $\infty P.0P$ (Fig. 378., wenn man sich das Prisma oben und unten durch $0P$ geschlossen denkt) findet sich am Kalkspath, Apatit, Nephelin, Beryll u. a. (hinsichtlich einer ähnlichen Form vergl. §. 264.*). An dieser Combination verursacht das Hinzutreten einer heragonalen Pyramide gleicher Ordnung wie das Prisma eine Abstumpfung der Combinationskanten, das Hinzutreten einer Pyramide entgegengesetzter Ordnung eine Abstumpfung der Combinationsecken. Beide Fälle finden sich an dem Apatit; Fig. 212. zeigt die Combination $\infty P.0P$ mit P, Fig. 213. $\infty P.0P$ mit $2P2$.

Die beiden Prismen combiniren sich unter einander; die Flächen des einen stumpfen die Kanten des anderen ab, und wenn beide im Gleichgewicht auftreten, bringen sie ein regulär zwölfseitiges Prisma hervor, an welchem aber zweierlei Flächen zu unterscheiden sind. Fig. 214. zeigt die am Apatit vorkommende Form $P.0P.\infty P.\infty P2$; an demselben Mineral zeigt sich auch $\infty P.\infty P2.0P$ sehr häufig.

§. 195. Die symmetrisch zwölfseitigen Pyramiden zeigen sich selten mit allen ihren Flächen in Combinationen; ein Beispiel für ihr derartiges Auftreten giebt Fig. 217., eine Combination

*) Die Endfläche des heragonalen Systems ist es, welche vorherrschend eigentliche heragonale Tafeln begrenzt. Mit diesen haben viele andere Formen mehr oder weniger Aehnlichkeit, welche tafelförmig sind und eine sechseckige Fläche als die vorherrschende zeigen. Eine verzerrte Oktaëderfläche (wie in Fig. 104.), eine Oktaëderfläche, welche durch Zutreten von $\infty O\infty$ sechseckig erscheint (Fig. 74.), können bei bedeutendem Vorherrschen an verzerrten Krystallen eine anscheinend heragonale Tafel begrenzen. Die genauere Unterscheidung solcher Formen ergiebt sich aus dem bei ihrer Besprechung Mitgetheilten; an ähnliche Gestalten wird §. 213., 264., 333. erinnert werden.

Digitized by Google

des Berylls, gebildet durch das erste heragonale Prisma ∞P, die Endfläche $0P$, die Grundform P, eine spitzere heragonale Pyramide erster Ordnung $2P$, eine Pyramide zweiter Ordnung $2P2$ (bestimmbar dadurch, daß sie die Endkanten von $2P$ gerade abstumpft, vergl. §. 189.), und eine symmetrisch-zwölfseitige Pyramide $3P^3/_2$, deren (in der Figur mit z bezeichnete) Flächen die Combinationskanten zwischen $2P2$ und ∞P abstumpfen. — Etwas weniger selten treten diese Formen hemiëdrisch und tetartoëdrisch auf; vergl. §. 227., 228. und 230.

Noch seltener zeigt sich das symmetrisch zwölfseitige Prisma vollflächig; in Combination mit einem heragonalen Prisma bildet es Zuschärfungen der Kanten desselben, in Combination mit den beiden entgegengesetzten Prismen bildet es Abstumpfung der Combinationskanten zwischen ∞P und $\infty P2$. Meistens zeigt sich das symmetrisch-zwölfseitige Prisma hemiëdrisch; vergl. §. 227. und 228.

§. 196. Als ein Beispiel einer complicirteren Combination, und wie sich daran die einzelnen Flächen ermitteln lassen, wählen wir die Fig. 215. dargestellte Combination des Apatits. Die Wahl der mit P bezeichneten Flächen als Grundform rechtfertigt sich dadurch, daß sich auf diese Grundform alle anderen vorkommenden Formen höchst einfach beziehen lassen. Für diese angenommene Grundform ergiebt sich dann die Bestimmung der Flächen $0P$, ∞P und $\infty P2$ von selbst; die Flächen der Pyramide $P2$ sind daran kenntlich, daß sie die Endkanten der Grundform P gerade abstumpfen (§. 189.); die von $2P2$ daran, daß sie Abstumpfungen zwischen P und ∞P bilden, deren Combinationskanten den Endkanten von P (oder im vorliegenden Fall den Kanten zwischen P und $P2$, was dasselbe ist) parallel sind (§. 193.); die von $2P$ daran, daß ihre Endkanten durch die Flächen von $2P2$ gerade abgestumpft werden (§. 189.).

Auch bei den Combinationen der heragonalen Formen gilt übrigens, wie bei denen der quadratischen (§. 156), die Regel, daß solche Formen, welche zwischen den Nebenaren in denselben Richtungen liegen, sich in horizontalen Combinationskanten schneiden, oder so, daß die oberen und die unteren Combinationskanten parallel sind; Formen, welche zwischen den Nebenaren in verschiedenen Richtungen liegen, schneiden

Digitized by Google

sich hingegen in geneigten Combinationskanten, und die oberen und unteren sind sich nicht parallel. Das erstere sieht man bei der Betrachtung der Combinationskanten zwischen $0P$, P, $2P$ und ∞P Fig. 215., welche sämmtlich horizontal sind, oder an denen zwischen $0P$ (welches man sich als $0P2$ denken kann, vergl. §. 189.), $P2$, $2P2$ und $\infty P2$ derselben Figur; das letztere bei der Betrachtung der Combinationskanten zwischen irgend welchen Figuren erster und zweiter Ordnung (z. B. P und $2P2$, oder $2P2$ und ∞P) derselben Figur, oder der Kanten zwischen z ($3P3/2$) und ∞P in Fig. 217.

Verzerrungen der holoëdrischen heragonalen Formen.

§. 197. Auch in diesem System kommen mannichfache Verzerrungen der holoëdrischen Formen und ihrer Combinationen vor, welche wir hier indeß nur kurz zu berühren brauchen, da sich über sie nur Aehnliches, wie das bei den vorhergehenden Systemen über Verzerrungen Bemerkte sagen ließe. Die heragonalen Prismen sind häufig in der Art verzerrt, daß eine oder zwei sich parallele ihrer Flächen bei weitem mehr ausgedehnt (in geringerer Centraldistanz, vergl. §. 86.) vorhanden sind, als die übrigen. Bezüglich der Pyramidenflächen zeigt der Quarz häufig auffallende Verzerrungen; bald ist eine Fläche ganz zurückgedrängt vor den anderen (wie in Fig. 206. die oben vorn liegende) und häufig kaum sichtbar, bald ist eine Fläche ungleich mehr ausgedehnt als die anderen, (was in derselben Figur für die vordere Fläche unten rechts dargestellt ist). In beiden Fällen hat die Verzerrung zur Folge, daß ein Combinationseck zwischen P und ∞P nun zu einer Kante verzerrt erscheint; tritt jetzt noch eine Fläche von $2P2$ hinzu (vergl. §. 193.), so erscheint diese als eine oft langgezogene Abstumpfungsfläche dieser Kante, während sie an der idealen Form (Fig. 208.) als Rhombus auftreten müßte.

Digitized by Google

Hemiëdrische Formen.

§. 198. Häufig sind mehrere Flächen an dem Quarz in abnormer Ausdehnung vorhanden, zwei sich parallele z. B. ungemein vorherrschend, alle anderen zurückgedrängt, oder von den abwechselnden Flächen eine sehr, die andern weniger vorherrschend, u. s. f. Manchmal aber zeigt sich auch eine große Regelmäßigkeit in dem Vorherrschen der einzelnen Flächen: abwechselnde nämlich erscheinen gleichmäßig vergrößert, die zwischenliegenden gleichmäßig verkleinert. Der Krystall hat dann das Ansehen wie Fig. 207.; es kommen selbst Quarzkrystalle vor, an welchen diese zwischenliegenden Flächen gänzlich verschwunden sind.

In ähnlicher Weise zeigen Krystalle eines chemischen Präparats, die der Verbindung von Traubenzucker mit Chlornatrium, häufig eine Abänderung in der Ausdehnung der Flächen, welche eine anders aussehende, aber doch noch regelmäßige Form zur Folge hat. Diese Krystalle erscheinen manchmal als spitze heragonale Pyramiden, Fig. 218.; oft aber auch sind die abwechselnden (in der Figur mit $+ R$ bezeichneten) Flächen vergrößert, wie Fig. 219. zeigt. In letzterer Combination sind die Seitenecken der sechsseitigen Pyramide zu Kanten verzerrt; das zweite heragonale Prisma, welches an Fig. 218. die Seitenecken abstumpfen würde, stumpft an der veränderten Gestalt die zu Kanten verzerrten Ecken ab, wie Fig. 220. darstellt.

§. 199. Welche hemiëdrische Form durch das Wachsen abwechselnder Flächen der heragonalen Pyramide bis zum Verschwinden der anderen entsteht, sieht man aus Fig. 42. Die schattirten Flächen zeigen die vorderen Flächen einer solchen Pyramide, die anderen stärkeren Linien die Form, welche entsteht, wenn von diesen Flächen wachsen die mittlere obere, und die beiden links und rechts unten. Die letzteren, $a\,f\,e$ und $a\,b\,c$, wachsen in der Horizontalebene, welche durch die Seitenkanten der Pyramide geht, in den Richtungen $b\,c$ nach x, und $f\,e$ nach x; sie stoßen in x zusammen, und da sie auch den Punkt a gemeinschaftlich haben, so bildet sich durch ihr Wachsen eine Kante in der Richtung a nach x. Diese Kante erscheint in der entstehenden hemiëdrischen

Digitized by Google

Form bis dahin sichtbar, wo die Fläche vorn oben, *g c e*, bei dem Wachsen auf sie trifft. Diesen Punkt findet man leicht; die Kante zwischen *a* und *x* liegt gerade vorn, gleich weit von *c* und *e* abstehend; die Fläche *g c e* wird auf diese Kante treffen, indem sie in der Richtung von *g* durch die Mitte zwischen *c* und *e* wächst, d. h. eine Linie gezogen durch *g* und den Mittelpunkt *d* der Kante *c e*, trifft auf die Kante *a x*, bei *y*, und bestimmt hier den Punkt, wo die drei Flächen der heragonalen Pyramide, *g c e*, *b c a* und *e f a*, bei dem Wachsen in einem Eck zusammenstoßen. — Die wachsende Fläche oben hat mit der wachsenden Fläche unten rechts also den Punkt *y* gemeinschaftlich, und außerdem auch den Punkt *e*; eine Kante wird zwischen beiden in der Richtung *y e* liegen. Eben so wird eine Kante in der Richtung *y c* zwischen der wachsenden Fläche oben und der links unten sich bilden.

§. 200. Führt man diese Construction für alle wachsenden Flächen ringsum aus, so erhält man als Resultat die Form, welche in Fig. 42. den vorderen Kanten nach angedeutet und in Fig. 391. vollständig dargestellt ist. Man bezeichnet diese Art hemiëdrischer Formen der heragonalen Pyramiden als Rhomboëder.

Insofern die Rhomboëder allgemein als hemiëdrische Formen heragonaler Pyramiden zu betrachten sind, hätte man sie danach zu unterscheiden, ob sie aus Pyramiden erster oder zweiter Ordnung sich ableiten. Aber in der Natur finden sich fast nur Rhomboëder, welche die hemiëdrischen Formen von heragonalen Pyramiden erster Ordnung sind, und nur solche wollen wir in dem Nachstehenden berücksichtigen.

Außer der Grundform *P* einer Substanz können auch andere Pyramiden, *m P* allgemein, in dieser Art hemiëdrisch auftreten. Das Zeichen für die hemiëdrische Grundform wäre eigentlich $\frac{P}{2}$, das für die hemiëdrische Form einer anderen Pyramide wäre $\frac{mP}{2}$; da aber die Rhomboëder sehr häufig und ganz selbstständig vorkommen, so ist für sie noch eine einfachere Bezeichnung wünschenswerth, und man gebraucht *R* für $\frac{P}{2}$ und *m R* für $\frac{mP}{2}$.

Digitized by Google

R bezeichnet also die rhomboëdrisch-hemiëdrische Grundform, $2R$ oder $\frac{1}{2}R$ bezeichnen rhomboëdrisch-hemiëdrische Formen, welche sich aus heragonalen Pyramiden mit der 2 oder $\frac{1}{2}$mal so langen Hauptare ableiten, als die der Pyramide ist, aus welcher man sich das Rhomboëder R entstanden denken kann.

§. 201. Aus einer jeden heragonalen Pyramide können ferner zwei Rhomboëder entstehen, die sich sonst ganz gleich, aber in der Stellung verschieden sind. So entsteht aus der Fig. 376. dargestellten Pyramide, wenn von den vorderen Flächen die mittlere oben und die links und rechts unten, sammt den entsprechenden hinteren, wachsen, das Fig. 42. und 391. dargestellte Rhomboëder. Wachsen aber von den vorderen Flächen die links und rechts oben und die mittlere unten, sammt den entsprechenden hinteren, so entsteht ein Rhomboëder in anderer Stellung, wie sie Fig. 225. zeigt. Fig. 126. kann die Stellung der beiden, aus Einer heragonalen Pyramide entstehenden, Rhomboëder versinnlichen. — Man unterscheidet die zwei aus derselben heragonalen Pyramide mP sich ableitenden und in verschiedener Stellung befindlichen Rhomboëder als $+mR$ und $-mR$. Bei einem ganz vereinzelt vorkommenden Rhomboëder hat man natürlich kein Zeichen beizufügen; wohl aber muß man dieses, wo die Stellung eines Rhomboëders in Beziehung auf ein anderes, mit ihm in Combination vorkommendes oder aus ihm durch Spaltung zu erhaltendes, Rhomboëder anzugeben ist. Wir werden hierauf (§. 205.) zurückkommen; vorläufig bemerken wir nur, daß wir unter den zwei aus einer heragonalen Pyramide sich ableitenden Rhomboëdern dasjenige mit + bezeichnen, an welchem sich von oben nach vorn eine Fläche erstreckt (oder welches entstanden ist durch Wachsen der mittleren Pyramidenfläche oben vorn, und der entsprechenden), und welches also in der Stellung ist, wie sie das Rhomboëder Fig. 42. oder 391. oder das (nicht ganz sichtbare) Rhomboëder Fig. 222. besitzt; mit — bezeichnen wir dasjenige Rhomboëder, an welchem sich von oben nach vorn eine Kante erstreckt (oder welches entstanden ist durch Wachsen der mittleren Pyramidenfläche unten vorn, und der entsprechenden), und welches also die Stellung hat, wie die Fig. 390. und 392. dargestellten Rhomboëder. Ueber die Art, die richtige Stellung aufzufinden, werden wir unten (§. 205.) handeln.

Digitized by Google

§. 202. Die Rhomboëder (Fig. 390., 391., 392. oder Mod. 31., 30., 32.*) sind begrenzt durch sechs rhombische Flächen. Die 8 Ecken sind zweierlei Art: in 2 Endecken, AA_1, stoßen 3 Flächen mit gleichen ebenen Winkeln zusammen, sie sind dreiflächig und gleichkantig; in 6 Ecken, D und D_1, stoßen drei Flächen mit zwei gleichen und einem davon verschiedenen ebenen Winkel zusammen, sie sind dreiflächig und ungleichkantig. Erstere Ecken nennt man Endecken, Polecken oder Spitzen, letztere Seitenecken; die Seitenecken liegen nicht in Einer Ebene, sondern drei D dem oberen, drei D_1 dem unteren Endeck näher, und man unterscheidet deshalb, für eine bestimmte Stellung des Rhomboëders, obere und untere Seitenecken. Es ist natürlich ganz willkürlich, welche drei man als obere und welche man als untere betrachtet, d. h. welches Endeck man nach oben richtet.

Die 12 Kanten des Rhomboëders sind zweierlei Art: 6 Endkanten, Arenkanten oder Polkanten AD oder A_1D_1 verbinden je ein Endeck und ein Seiteneck; 6 Seitenkanten DD_1 verbinden je zwei Seitenecken. Die sechs Seitenkanten liegen nicht in einer Ebene, sondern im Zickzack um das Rhomboëder herum; von den sechs Endkanten verbinden drei das obere Endeck mit den drei oberen Seitenecken, die drei anderen das untere Endeck mit den drei unteren Seitenecken. — Der Winkel, unter welchem sich die Flächen in den Endkanten schneiden (der Endkantenwinkel), und der, unter welchem sie sich in den Seitenkanten schneiden (der Seitenkantenwinkel), ergänzen sich zu 180°.

Die Hauptaxe (vergl. Fig. 42.) geht durch die beiden Endecken, die drei Nebenaxen gehen durch die Mittelpunkte je zweier sich paralleler Seitenkanten.

Auf den Flächen des Rhomboëders kann man zweierlei Diagonalen ziehen: solche, welche die Hauptaxe treffen, von einem oberen Endeck zu einem unteren Seiteneck oder umgekehrt, AD_1 oder A_1D (Fig. 391.), und solche, welche zwei obere oder zwei untere Seitenecken mit einander verbinden, DD oder D_1D_1. Erstere nennt man *schiefe* oder *geneigte*, letztere *horizontale Diagonalen*. Die geneigten Diagonalen repräsentiren die

*) Diese 3 Modelle zeigen die in den angegebenen Figuren gezeichneten, häufig bei dem Kalkspath vorkommenden Rhomboëder.

Digitized by Google

Lage oder Neigung der Rhomboëderflächen gegen die Hauptare.

§. 203. Ein Schnitt senkrecht auf die Hauptare, welcher durch die oberen Seitenecken oder über denselben (oder durch die unteren Seitenecken oder unter denselben) gelegt wird, giebt ein gleichseitiges Dreieck; die zwei Schnitte durch die drei oberen und durch die drei unteren Seitenecken theilen die Hauptare in drei gleiche Theile. — Ein Schnitt durch die Mittelpunkte der sechs Seitenkanten und somit auch durch die Mitte der Hauptare giebt ein reguläres Sechseck (vergl. Fig. 42.).

Linien, welche die Endecken mit den Mittelpunkten der Seitenkanten eines Rhomboëders verbinden (wie $g\,e$, $g\,c$ u. s. f. in Fig. 42.), liegen wie Endkanten einer heragonalen Pyramide; Linien, welche die Mittelpunkte der Seitenkanten eines Rhomboëders verbinden (wie $c\,e$ in Fig. 42.), liegen wie Seitenkanten einer heragonalen Pyramide.

Ein Schnitt, welcher durch die Hauptare eines Rhomboëders, durch zwei Endkanten und zwei schiefe Diagonalen geht, wird ein *Hauptschnitt* des Rhomboëders genannt. Durch jedes Rhomboëder kann man drei solcher Schnitte legen. Fig. 45. zeigt die Lage eines solchen Schnitts in der perspectivischen Zeichnung, Fig. 46. den Schnitt für sich. Er ist ein Rhomboid, dessen längere Seiten die schiefen Diagonalen des Rhomboëders (und somit die Neigung der Flächen desselben gegen die Hauptare) und dessen kürzere Seiten die Endkanten des Rhomboëders (und ihre Lage gegen die Hauptare) repräsentiren. Die horizontalen gestrichelten Linien durch D und D_1 zeigen die Schnitte an, welche man senkrecht auf die Are durch die oberen und die unteren Seitenecken legen kann, und welche, wie oben bemerkt, die Hauptare in drei gleiche Theile theilen.

§. 204. Die Rhomboëder können spitze oder stumpfe sein, je nachdem die in den Endecken zusammenstoßenden ebenen Winkel spitze oder stumpfe sind, oder je nachdem die Flächen in den Endkanten unter einem spitzeren oder einem stumpferen Winkel als 90^0 zusammenstoßen*).

In der Mitte zwischen den spitzen und den stumpfen Rhom-

*) Fig. 390. und 391. oder Mod. 31 und 30 zeigen stumpfe, Fig. 392. oder Mod. 32 ein spitzes Rhombdöder.

Digitized by Google

boëdern steht eine Form, deren Flächen Quadrate sind, und sich unter 90° schneiden, eine Form von denselben Dimensionen wie der Würfel. Der Würfel läßt sich so stellen, daß seine Flächen und Kanten wie die eines Rhomboëders liegen, wenn man nämlich eine seiner Eckenaren (eine heraëdrische Are, §. 85.) senkrecht stellt (wie in Fig. 116.). Ein wahrer Würfel läßt sich indeß nicht als Rhomboëder betrachten. An dem letzteren sind zweierlei Ecken und zweierlei Kanten; die Endecken können abgespalten werden oder durch Combination abgeändert sein, ohne daß die Seitenecken sich in derselben Weise verhalten, oder die Endkanten können abgestumpft sein, und die Seitenkanten nicht, oder umgekehrt u. s. f. An dem Würfel hingegen sind alle Ecken und alle Kanten gleich; der Veränderung, welche ein Eck oder eine Kante zuläßt, unterliegen auch alle anderen. — Man wird hiernach leicht ein Rhomboëder, dessen Endkantenwinkel nahe $= 90°$ ist, in Combinationen von einem Würfel unterscheiden; der Anfänger wird selbst viele andere Unterschiede zwischen Rhomboëder und Würfel leicht auffinden, namentlich nach dem im Folgenden noch Mitzutheilenden. So sind die Abstumpfungen der Endecken des Rhomboëders gleichseitige Dreiecke (§. 213.), aber die der Seitenecken gleichschenklige Dreiecke (§. 207. 214.), während die Abstumpfungen aller sechs Ecken am Würfel gleicher Art, gleichseitige Dreiecke, sind (§. 63.).

Andere Verwechslungen der Rhomboëder können namentlich noch dadurch veranlaßt werden, daß sie in der Richtung von vier parallelen Kanten verkürzt oder verlängert sind, wodurch die Flächen nicht mehr Rhomben sind, und die Krystalle selbst das Ansehen von Tafeln oder Säulen mit rhombischem Querschnitt erhalten (bezüglich dieser Verwechslungen vgl. namentlich §. 311. und 325.). So wurde das kohlensaure Eisenoxydul für dimorph gehalten, weil es in Rhomboëdern und in rhombischen Säulen krystallisire, und dem Vorkommen in letzterer Form der Name Junkerit beigelegt; die anscheinende rhombische Säule ist aber ein verzerrtes Rhomboëder.

In dem Würfel ist das Längenverhältniß einer Eckenare zu einer Kantenare, d. h. der Hauptare zu einer Nebenare bei rhomboëdrischer Stellung, wie $1 : \sqrt{\frac{3}{2}} = 1 : 1{,}2247$. Rhomboëder

von kleinerer Hauptaxe als 1,2247 sind also stumpfe, und die mit größerer sind spitze. Die Größe der Hauptaxe wird aus der Messung des Endkanten- oder des Seitenkantenwinkels mittelst der unten (§. 234.) mitzutheilenden Formeln abgeleitet.

§. 205. An Krystallen derselben Substanz kommen oft verschiedene Rhomboëder vor; man nimmt eins derselben als Grundform an, und zwar dasjenige, parallel dessen Flächen die vollkommenste Spaltbarkeit stattfindet, oder, wo dieser Anhaltspunkt fehlt, dasjenige, auf welches sich die anderen vorkommenden Formen am einfachsten beziehen lassen. Es leiten hierbei ähnliche Rücksichten, wie bei der Wahl der Grundform unter mehreren quadratischen oder heragonalen Pyramiden. — An Krystallen, wo sich nur Ein Rhomboëder vorfindet, wird dieses natürlich als Grundform betrachtet, ausgenommen, wenn durch Spaltung Flächen eines anderen Rhomboëders hervorgebracht werden können; in diesem Fall nimmt man das letztere als Grundform. So betrachtet man als Grundform des Kalkspaths ein Rhomboëder von 105°5′ Endkantenwinkel, obgleich dasselbe verhältnißmäßig selten und untergeordneter auftritt, während andere Rhomboëder häufiger und selbstständig sich an Kalkspathkrystallen zeigen; aber die Flächen jenes Rhomboëders sind an jedem Kalkspathkrystall sehr leicht durch Spaltung hervorzubringen, so daß die Annahme desselben als Grundform für die Bestimmung eines solchen Krystalls von großem Vortheil ist; abgesehen davon, daß alle vorkommenden anderen Formen bezüglich ihrer Axendimensionen gerade zu diesem durch Spaltung zu erhaltenden Rhomboëder in den einfachsten Verhältnissen stehen. — Das als Grundform angenommene Rhomboëder, das Hauptrhomboëder, wird mit $+R$ oder R schlechtweg bezeichnet.

Eine jede mit Rhomboëderflächen versehene Krystallform stellen wir nun so, daß eine der Flächen des Hauptrhomboëders sich in der Richtung von oben nach vorn erstreckt; dann liegt eine Endkante desselben in der Richtung von unten nach vorn. Die anderen Rhomboëder, welche nun noch vorkommen, sind zweierlei Art: solche nämlich, deren Flächen eine ähnliche Lage wie die des Hauptrhomboëders haben (d. h. die bei der angegebenen Stellung des Krystalls eine Fläche in der Richtung von oben nach vorn und eine Endkante in der Richtung von unten

Digitized by Google

nach vorn liegen haben), und solche, deren Flächen eine entgegengesetzte Lage haben, wie die des Hauptrhomboëders (wo nämlich eine Fläche in der Richtung von unten nach vorn und eine Endkante in der Richtung von oben nach vorn liegt). Erstere bezeichnet man als $+$ Rhomboëder, oder Rhomboëder erster Ordnung, letztere als $-$ Rhomboëder, oder Rhomboëder zweiter Ordnung (vergl. §. 201.).

§. 206. In Fig. 226., einer Form des Kalkspaths, sind die Flächen der Grundform $+R$ daran kenntlich, daß parallel ihnen Spaltbarkeit stattfindet, und daß sie Endkantenwinkel von 105°5′ bilden. Sie sind hier combinirt mit einem spitzeren Rhomboëder, welches offenbar gleicher Ordnung ist, denn jede obere Fläche desselben liegt gerade unter einer oberen Fläche des Hauptrhomboëders. Man würde also dieses spitzere Rhomboëder als $+mR$ (wo $m>1$) bezeichnen, um diese gleiche Ordnung auszudrücken; aus einer Winkelmessung ließe sich ableiten, daß es $+4R$ wäre.

In Fig. 228. werden die Flächen der Grundform R auf dieselbe Weise erkannt, aber sie sind hier combinirt mit einem anderen Rhomboëder, dessen Endkanten in der ungefähren Richtung der Flächen des Hauptrhomboëders liegen. Die oberen Flächen von R liegen nicht unter den oberen Flächen, sondern unter den oberen Endkanten von $\frac{1}{2}R$; dieses Rhomboëder ist also entgegengesetzter Ordnung als das Hauptrhomboëder (es ist $-\frac{1}{2}R$).

§. 207. Die Rhomboëder erster Ordnung, oder gleicher Ordnung mit dem Hauptrhomboëder, haben allgemein das Zeichen $+mR$, wo m größer oder kleiner als 1 sein kann, je nachdem ein spitzeres oder ein stumpferes Rhomboëder als die Grundform zu bezeichnen ist. Der Werth von m steht immer zu 1 in einem einfachen und rationalen Verhältniß. So kommen an dem Kalkspath außer $+R$ auch $+4R$ und $+\frac{1}{4}R$ vor; $+R$ ist ein Rhomboëder, worin die Hauptare 0,8543mal so groß, als eine Nebenare, bei $+4R$ ist die Hauptare 3,4172 und bei $+\frac{1}{4}R$ 0,2136mal so groß, als eine Nebenare; die Flächen aller drei Rhomboëder liegen ähnlich, bei Combination alle über einander.

An einem Rhomboëder bringt ein stumpferes Rhomboëder

Digitized by Google

gleicher Ordnung bei untergeordnetem Auftreten eine Zuſpitzung der Endkanten hervor; ſo $+R$ an $+4R$ in Fig. 226. An einem Rhomboëder bringt ein untergeordnetes ſpitzeres Rhomboëder gleicher Ordnung Abſtumpfungen der Seitenecken hervor, welche auf den Endkanten des vorherrſchenden Rhomboëders gerade aufgeſetzt und gleichſchenklige Dreiecke ſind. Die unteren Flächen des ſpitzeren Rhomboëders ſtumpfen dann die oberen Seitenecken des vorherrſchenden ab und ſind auf den oberen Endkanten deſſelben gerade aufgeſetzt, und umgekehrt. Fig. 227. zeigt eine Combination der beiden in Fig. 390. und 392. dargeſtellten Rhomboëder $-\frac{1}{2}R$ und $-2R$ des Kalkſpaths, wobei das erſtere vorherrſcht.

§. 208. Unter den Combinationen von Rhomboëdern entgegengeſetzter Ordnung iſt zunächſt diejenige zu betrachten, welche durch die zwei Rhomboëder gebildet wird, die aus derſelben heragonalen Pyramide ſich ableiten. Das Hauptrhomboëder $+R$ kommt zuweilen combinirt vor mit $-R$, einem ganz gleichen Rhomboëder in entgegengeſetzter Stellung, welches als das Gegenrhomboëder des Hauptrhomboëders bezeichnet wird. Dieſe zwei Geſtalten im Gleichgewicht combinirt erſcheinen als heragonale Pyramide, aber die Flächen derſelben ſind kryſtallographiſch nicht gleich, inſofern z. B. parallel denjenigen, welche zu $+R$ gehören, Spaltbarkeit ſtattfinden kann, ohne daß ſich dieſe auch parallel den Flächen von $-R$ zeigt, oder inſofern die Flächen von $+R$ durch Combination in anderer Weiſe verändert werden, als die von $-R$ u ſ. f. Die am Quarz als heragonale Pyramide erſcheinenden, Fig. 205. (in Combination mit ∞P) mit P bezeichneten, Flächen gehören eigentlich zwei entgegengeſetzten Rhomboëdern an, ſo daß ſie als $+R$ und $-R$ zu unterſcheiden ſind. Der rhomboëdriſche Charakter dieſer Kryſtallform iſt wenig ſichtbar, wo $+R$ und $-R$ im Gleichgewicht auftreten, wie in Fig. 205. und 208., oder wo abnorme Verzerrung ſtatthat (Fig. 206.); aber er zeigt ſich deutlich an den Kryſtallen, wo die Flächen des Hauptrhomboëders $+R$ bedeutend größer erſcheinen als die des Gegenrhomboëders $-R$ (Fig. 207.), oder wo die Combinationskanten zwiſchen $+R$ und dem erſten heragonalen Prisma durch Flächen eines ſpitzeren Rhomboëders, $+3R$, abgeſtumpft ſind, die Combinationskanten

Digitized by Google

zwischen $-R$ und dem Prisma aber nicht (Fig. 210.). Das Hauptrhomboëder an dem Quarz ist daran kenntlich, daß seine Flächen im Allgemeinen vorherrschender ausgebildet sind, als die von $-R$, oder an dem Auftreten der eben besprochenen Flächen von $+3R$; noch andere Rhomboëder theils erster, theils zweiter Ordnung kommen vor, die Kanten zwischen $+R$ und dem Prisma oder zwischen $-R$ und dem Prisma abstumpfend, und können als Anhaltspunkte zur Ermittelung dienen, welche Flächen der als $+R$ angenommenen Grundform angehören (hinsichtlich noch eines oft anwendbaren Merkmals vergl. §. 229.). — Ebenso zeigt sich an der Verbindung von Traubenzucker und Chlornatrium, deren Krystalle manchmal ganz das Ansehen einer heragonalen Pyramide (Fig. 218.) haben, der hemiëdrische Habitus deutlich daran, daß oft die abwechselnden Flächen regelmäßig größer sind, als die zwischenliegenden (Fig. 219.), und daß auf die größeren, in den Figuren als $+R$ bezeichneten, manchmal kleine Zuspitzungsflächen (die Flächen w in Fig. 221.) aufgesetzt sind, die einem stumpferen Rhomboëder gleicher Ordnung ($+\frac{1}{2}R$) angehören.

§. 209. Das Hauptrhomboëder kommt weiter häufig vor in Combination mit zwei Rhomboëdern entgegengesetzter Ordnung. Die Flächen des einen (oder die schiefen Diagonalen auf denselben) haben gleiche Lage und Neigung gegen die Hauptaxe, wie die Endkanten des Hauptrhomboëders, und stumpfen diese bei Combination gerade ab; sie gehören dem ersten stumpferen Rhomboëder des Hauptrhomboëders an. Die Endkanten des anderen haben gleiche Lage und Neigung gegen die Hauptaxe, wie die Flächen (oder die schiefen Diagonalen auf denselben) des Hauptrhomboëders, und werden durch die letzteren gerade abgestumpft; sie gehören zu dem ersten spitzeren Rhomboëder des Hauptrhomboëders. Allgemein nennt man erstes stumpferes Rhomboëder eines bestimmten Rhomboëders dasjenige, dessen Flächen die Endkanten des letzteren gerade abstumpfen; und erstes spitzeres dasjenige, dessen Endkanten durch die Flächen des letzteren gerade abgestumpft werden*).

*) Fig. 391. oder Mod. 30 zeigt das Hauptrhomboëder des Kalkspaths; Fig. 390. oder Mod. 31 das erste stumpfere, Fig. 392. oder Mod. 32 das erste spitzere zu demselben.

Digitized by Google

Die Arenverhältniſſe irgend eines Rhomboëders und des zu ihm gehörigen ſtumpferen oder ſpitzeren Rhomboëders ſtehen in einem ſehr einfachen Zuſammenhange. Die punktirten Linien in Fig. 44. bedeuten die drei Nebenaren des heragonalen Syſtems, eine in ihren Kreuzungspunkt geſteckte Nadel, deren oberes Ende c heiße, die Hauptare. Die Flächen einer heragonalen Pyramide liegen in der Richtung $c : a : a : \infty a$; wachſen drei abwechſelnde derſelben, ſo liegen die Endkanten des ſo entſtehenden Rhomboëders in der Richtung $c : b$, $c : d$ und $c : f$. Flächen, welche in der Richtung dieſer Endkanten liegen, ſchneiden die Aren in der Richtung $2a : 2a : \infty a : c$ oder, was daſſelbe iſt, in der Richtung $a : a : \infty a : \frac{1}{2}c$. Dieſe letzteren Flächen (in Fig. 44. nur theilweiſe durch die ausgezogenen Linien des größeren Sechsecks angedeutet) gehören zu einem Rhomboëder anderer Ordnung, als dasjenige iſt, mit deſſen Endkanten ſie gleiche Lage haben; wird letzteres als $+R$ bezeichnet, ſo iſt erſteres $-\frac{1}{2}R$. Ganz allgemein iſt für jedes Rhomboëder dasjenige erſtes ſtumpferes, welches das entgegengeſetzte Zeichen und eine halb ſo große Hauptare hat ($-\frac{1}{2}mR$ iſt erſtes ſtumpferes für $+mR$, $+\frac{1}{2}mR$ für $-mR$); und ebenſo ſieht man leicht, daß für jedes Rhomboëder dasjenige erſtes ſpitzeres iſt, welches das entgegengeſetzte Zeichen und eine doppelt ſo lange Hauptare hat ($-2mR$ iſt erſtes ſpitzeres für $+mR$, $+2mR$ für $-mR$).

Fig. 47. zeigt die Hauptſchnitte des Hauptrhomboëders des Kalkſpaths ($AD\,A_1D_1$) und des erſten ſtumpferen und des erſten ſpitzeren zu demſelben. AD repräſentirt die Lage der Endkanten des Hauptrhomboëders $+R$ und zugleich die Lage der ſchiefen Diagonalen des erſten ſtumpferen Rhomboëders $-\frac{1}{2}R$, d. h. dieſe ſchiefen Diagonalen auf den Flächen von $-\frac{1}{2}R$ liegen gerade ſo gegen die Hauptare, wie die Endkanten des Hauptrhomboëders. AD_1 repräſentirt die Lage der ſchiefen Diagonalen des Hauptrhomboëders $+R$ und zugleich die Lage der Endkanten des erſten ſpitzeren Rhomboëders $-2R$; d. h. dieſe Endkanten von $-2R$ liegen gerade ſo gegen die Hauptare, wie die ſchiefen Diagonalen auf den Flächen von $+R$.

§. 210. Die Art, wie $-\frac{1}{2}R$ und $-2R$ ſich mit dem Hauptrhomboëder $+R$ combiniren, läßt dieſelben oft leicht in Combinationen erkennen. Die Flächen von $-\frac{1}{2}R$ ſtumpfen gerade

Digitized by Google

ab die Endkanten von $+R$; die Flächen von $+R$ stumpfen gerade ab die Endkanten von $-2R$. Herrschen in der Combination von $+R$ und $-2R$ die Flächen des ersteren vor, so erscheinen die Flächen von $-2R$ als Abstumpfungen der Seitenecken von $+R$, wo die Combinationskanten den schiefen Diagonalen von $+R$ parallel sind. Fig. 249. zeigt eine bei dem Chabasit vorkommende Combination des Hauptrhomboëders $+R$ mit dem ersten stumpferen und dem ersten spitzeren; die Combinationskanten zwischen $+R$ und $-\frac{1}{2}R$ sind den Endkanten von $+R$, die Combinationskanten zwischen $+R$ und $-2R$ den schiefen Diagonalen der Flächen von $+R$ parallel.

Der Kalkspath kommt zuweilen vor in einer Form, wie Fig. 390. zeigt; durch Spaltung kann man an dieser Form leicht die Flächen $+R$ hervorbringen, so daß sie wie Fig. 228. aussieht (auch diese Combination findet sich natürlich); die Flächen der ersteren Form erscheinen jetzt als gerade Abstumpfungen der Endkanten von $+R$, und sind also $-\frac{1}{2}R$.

Der Kalkspath ist auch oft wie Fig. 392. krystallisirt; man kann parallel den Endkanten dieses spitzen Rhomboëders spalten, so daß eine Combination wie Fig. 229. entsteht; die Flächen des ursprünglichen Krystalls sind hierdurch als $-2R$ bestimmt. (Hinsichtlich einer anderen Form, welche der Combination eines Rhomboëders mit seinem ersten stumpferen ähnlich sein kann, vergl. §. 325.)

§. 211. Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß die bei dem Kalkspath vorkommenden Rhomboëder in sehr einfachen Axenverhältnissen stehen. Es wurde besprochen das Vorkommen von

	Hauptaxe	die Flächen schneiden sich in den Endkanten unter	in den Seitenkanten unter
$+\frac{1}{4}R$	0,2136	156°2′	23°58′
$-\frac{1}{2}R$	0,4271	134°57′	45°3′
$+R$	0,8543	105°5′	74°55′
$-2R$	1,7086	78°51′	101°9′
$+4R$	3,4172	65°50′	114°10′

Jedes dieser Rhomboëder ist erstes spitzeres für das ihm zunächst vorherstehende, jedes ist erstes stumpferes für das ihm zunächst folgende.

Digitized by Google

Außer diesen Rhomboëdern kommen bei dem Kalkspath noch andere vor; $-8R$ z. B. mit dem Endkantenwinkel 61°33′ und dem Seitenkantenwinkel 118°23′, und ein noch spitzeres, von nicht genau zu bestimmenden Dimensionen. Die Unterschiede der Winkel an den Rhomboëdern sind nämlich um so kleiner, um je größer die Hauptaxe ist; so hätte $14R$ einen Endkantenwinkel von 60°31′ und einen Seitenkantenwinkel von 119°29′, $16R$ einen Endkantenwinkel von 60°20′ und einen Seitenkantenwinkel von 119°40′; wo die Flächen sich schlecht zur Messung eignen, uneben und matt sind, kann man die Axenverhältnisse eines Rhomboëders mit so großer Hauptaxe nicht mit Sicherheit bestimmen. Ein sehr spitzes Rhomboëder findet sich manchmal am Kalkspath, in Combination mit $\frac{1}{2}R$; seine ungefähren Dimensionen sind etwa so wie Fig. 224. in den feineren Linien dargestellt. Von diesem sehr spitzen Rhomboëder erscheint nur ein durch die stärkeren Linien kenntlich gemachtes Stück zwischen den oberen und den unteren Seitenecken; dieses Stück hat fast das Ansehen eines sechsseitigen Prisma's, unterscheidet sich aber davon dadurch, daß die anscheinenden Prismakanten nicht parallel sind. Die Flächen von $-\frac{1}{2}R$ (welche leicht zu erkennen sind, weil man $+R$ in Combination mit ihnen durch Spaltung hervorbringen kann) sind auf den schmäleren Enden der Flächen dieses spitzen Rhomboëders aufgesetzt, und bestimmen so dasselbe als eins von gleicher Ordnung mit dem Hauptrhomboëder; wäre es nämlich gleicher Ordnung mit $-\frac{1}{2}R$, so würden die Flächen des letzteren auf den breiteren Enden der Flächen des spitzen Rhomboëders aufgesetzt sein, wie die Betrachtung von Fig. 224. leicht ergiebt. Fig. 231. stellt die Combination dieses sehr spitzen Rhomboëders mit $-\frac{1}{2}R$ vergrößert dar.

§. 212. An den Krystallen einer Substanz können sich nicht nur die Rhomboëder vorfinden, welche zu dem Hauptrhomboëder in so einfachen Verhältnissen stehen und mit ihm eine so einfache Reihe bilden, wie §. 211. für den Kalkspath angegeben wurde, sondern auch Rhomboëder außerhalb dieser Reihe kommen, wenn schon seltener, vor. So finden sich namentlich an dem Kalkspath manchmal die Rhomboëder $-5R$, $+\frac{5}{2}R$, $-\frac{5}{4}R$ (welche also unter sich wieder eine regelmäßige Reihe bilden) $-\frac{3}{2}R$, $-\frac{4}{5}R$ u. a.

Digitized by Google

Außer dem Hauptrhomboëder + R können also bei einer Substanz vorkommen das Gegenrhomboëder — R, und stumpfere und spitzere Rhomboëder erster und zweiter Ordnung: $\pm mR$ allgemein, wo m größer oder kleiner als 1 sein kann. Das ist in dem Schema Tafel XX. (Fig. 389.—393.) ausgedrückt, wo für $\pm mR$ (wo $m > 1$) $-2R$ und für $\pm mR$ (wo $m < 1$) $-\frac{1}{2}R$ als einzelnes Beispiel gezeichnet ist. $\pm mR$ ist das allgemeine Zeichen für irgend ein Rhomboëder, gleichviel ob erster oder zweiter Ordnung.

Um je kleiner die Hauptaxe eines Rhomboëders ist, um so mehr fallen die sechs Seitenkanten desselben in Eine Ebene zusammen; denken wir uns die Hauptaxe auf 0 verkürzt, so tritt dies wirklich ein, das Rhomboëder geht über in die Endfläche. Wir bezeichneten diese früher (§. 187.) mit $0P$; wo sie sich aber mit Rhomboëdern in Combination findet, schreibt man ihr Zeichen so, daß es die Grenze des Stumpferwerdens der Rhomboëder ausdrückt, nämlich $0R$.

§. 213. Die Endfläche stumpft an einem Rhomboëder die Endecken ab; wenn sie über den oberen oder unter den unteren Seitenecken auftritt, so erscheint sie als ein gleichseitiges Dreieck; so in der Combination $R \,.\, 0R$ des Ferrocyankaliumbaryums (Cyaneisenbaryumkaliums, Fig. 222.). — Sind die Endflächen so vorherrschend, daß sie gerade durch die oberen und durch die unteren Seitenecken gehen, so erscheint die Combination begrenzt durch 8 Dreiecke, wovon 2 ($0R$) gleichseitige und 6 (die Reste von R) gleichschenklige Dreiecke sind, ebenso wie der Winkel an den Kanten zwischen zwei Flächen R ein anderer ist, als der an den Kanten zwischen R und $0R$. Es unterscheiden diese Merkmale diese Combination von dem regulären Oktaëder, mit welchem sie verwechselt werden könnte; das Regulär-oktaëder selbst könnte man als eine rhomboëdrische Combination $R \,.\, 0R$ betrachten (in der Stellung wie Fig. 114. zeigt, wo aber das Rhomboëder in der Stellung eines von zweiter Ordnung gezeichnet ist), wenn nicht die Gleichartigkeit aller Flächen und aller Kanten den regulären Charakter darthäte.

Herrschen die Flächen $0R$ noch mehr vor, so daß sie zwischen den Seitenecken des Rhomboëders dasselbe durchschneiden, so entsteht eine tafelartige Krystallform, wie Fig. 248. (eine

Digitized by Google

Form des Eisenoxyds) zeigt, wo die Combination $0R$. R mit stärkeren Linien, das vollständige Rhomboëder R mit schwächeren dargestellt ist. Es unterscheidet sich diese Combination $0R$. R leicht von der $0P$. ∞P, obgleich beide eine sechsseitige Tafel im Allgemeinen bilden; bei der letzteren sind die an den Seiten der Tafel befindlichen Kanten parallel, bei der ersteren nicht. (Ueber andere ähnliche Formen vergl. §. 194.)

Fig. 223. zeigt eine Combination $+R$. $-2R$. $0R$, wie sie an dem Ferrocyanammonium-Chlorammonium (Cyaneisenammonium-Chlorammonium) vorkommt. $-2R$ wird daran erkannt, weil seine Flächen die Seitenecken von $+R$ so abstumpfen, daß die Combinationskanten den schiefen Diagonalen der Flächen $+R$ parallel sind (vergl. §. 210.).

§. 214. Je größer die Hauptaxe eines Rhomboëders ist, um so näher liegen seine Seitenkanten in derselben Richtung wie die Hauptaxe, oder ihr parallel, und um so näher ist der Seitenkantenwinkel $= 120^0$, d. h. gleich dem Winkel, welchen die Flächen eines heragonalen Prisma's mit einander machen. Letzteres sahen wir schon §. 211., wo von den spitzeren Rhomboëdern des Kalkspaths und ihren Seitenkantenwinkeln die Rede war. — Für den Fall, daß die Hauptaxe eines Rhomboëders unendlich lang gedacht wird, werden nun wirklich seine Flächen und Seitenkanten der Hauptaxe parallel; und es geht über in das erste heragonale Prisma, dessen Zeichen wir, in Combination mit holoëdrischen Formen, ∞P schrieben, aber in der Combination mit Rhomboëdern durch ∞R ausdrücken. $0R$ und ∞R sind also die Grenzen für das Stumpfer- und Spitzerwerden der Rhomboëder, welche von einem Hauptrhomboëder ausgehend existiren können (vergl. Tafel XX. Fig. 389—393.).

An einem vorherrschenden Rhomboëder, gleichviel ob erster oder zweiter Ordnung, erscheinen die Flächen des ersten heragonalen Prisma's ∞R als Abstumpfungen der Seitenecken; man sieht dies leicht an Fig. 42., wenn man sich durch bc, ce, ef Flächen gelegt denkt, welche der Hauptaxe parallel sind. An einem vorherrschenden ersten heragonalen Prisma ∞R erscheinen die Flächen eines Rhomboëders, gleichviel ob erster oder zweiter Ordnung, als dreiflächige Zuspitzungen der Enden des Prisma's; die Zuspitzungsflächen sind abwechselnd nach oben und nach unten

Digitized by Google

auf den Prismaflächen gerade aufgesetzt. Dies zeigt Fig. 207., eine Form des Quarzes, die Combination des Prisma's ∞R mit dem Hauptrhomboëder $+R$ und dem untergeordnet auftretenden Gegenrhomboëder $-R$; ebenso Fig. 232., eine häufige Form des Kalkspaths, wo ∞R mit $-\frac{1}{2}R$ combinirt ist (letzteres wird auf die Art erkannt, daß sich Flächen des Hauptrhomboëders $+R$ so durch Spaltung daran hervorbringen lassen, wie §. 210. besprochen wurde und Fig. 228. ersehen läßt*). Ist eine solche Combination ungefähr so lang als dick, so kann sie eine entfernte Aehnlichkeit mit dem Pentagonaldodekaëder des regulären Systems haben, insofern beide durch 12 Fünfecke begrenzt sind. Doch ist eine Verwechselung nicht gut möglich; die Combination $\pm mR \cdot \infty R$ hat sechs in Einer Zone liegende fünfeckige Flächen (die zu ∞R gehörigen), von denen jede zwei parallele Seiten hat, und die anderen sechs (drei oben, drei unten) Fünfecke (die zu dem Rhomboëder gehören), haben keine parallele Seiten; das Pentagonaldodekaëder hingegen hat 12 unter sich ganz gleichartige und keine parallele Seiten besitzende Flächen. Andere Unterschiede, was die Verschiedenheit der Kanten und Ecken u. s. w. betrifft, wird der Anfänger selbst leicht auffinden.

§. 215. Das zweite sechsseitige Prisma $\infty P2$ stumpft an einem Rhomboëder (gleichviel ob erster oder zweiter Ordnung) die Seitenkanten ab. Es geht dies einfach daraus hervor, daß ja dieses Prisma die Seitenecken einer heragonalen Pyramide erster Ordnung abstumpft (vergl. §. 193.), und daß die Seitenkanten der Rhomboëder, welche aus solchen Pyramiden entstehen, gewissermaßen nur verzerrte Seitenecken der letzteren sind. Fig. 218. zeigt zwei entgegengesetzte Rhomboëder, welche zusammen die Form einer heragonalen Pyramide bilden, Fig. 219. das eine Rhomboëder vorwaltend, so daß die Seitenkanten desselben sichtbar sind; es werden diese durch $\infty P2$ abgestumpft, wie Fig. 220. zeigt (es stellt diese wie die anderen genannten Zeichnungen eine Form der Verbindung von Traubenzucker und Chlornatrium vor). — An einem vorherrschenden zweiten Prisma $\infty P2$ erscheinen

*) Mod. 33 zeigt diese Combination des Kalkspaths: $-\frac{1}{2}$R (das Mod. 31 dargestellte Rhomboëder) mit ∞R.

Digitized by Google

die Flächen eines Rhomboëders als dreiflächige Zuſpitzungen an den Enden des Prisma's; die Zuſpitzungsflächen ſind auf den Prismakanten abwechſelnd nach oben und nach unten gerade aufgeſetzt*). Fig. 230. zeigt die gewöhnlichſte Form, in welcher der Dioptas kryſtalliſirt iſt: eine Combination des zweiten heragonalen Prisma's mit einem Rhomboëder; daß dieſes Rhomboëder $-2R$ iſt, erkennt man leicht daraus, daß parallel den Kanten deſſelben ſich Flächen (welche alſo die des Hauptrhomboëders ſind) durch Spaltung hervorbringen laſſen, in der Art, wie es Fig. 229. zeigt. — Die Combination $\pm mR \cdot \infty P2$ kann übrigens Aehnlichkeit mit dem Rhombendodekaëder des regulären Syſtems haben und damit verwechſelt werden; wenn man nämlich letzterem die Stellung wie in Fig. 124. giebt, ſo haben ſeine Flächen eine dieſer rhomboëdriſchen Combination entſprechende Lage. Die Unterſcheidung beruht einfach darauf, daß an dem Rhombendodekaëder alle Flächen gleichartig (an der idealen Form alle Rhomben) ſind, während an der Combination $\pm mR \cdot \infty P2$ ſich zweierlei Flächen (an der idealen Form ſind ſechs Rhomben, welche zu $\pm mR$ gehören, und ſechs Rhomboide, welche zu $\infty P2$ gehören) vorfinden; daß an dem Rhombendodekaëder alle Kanten gleichartig ſind, an der Combination $\pm mR \cdot \infty P2$ aber dreierlei Kanten ſich finden; daß an dem Rhombendodekaëder die Flächen in allen Kanten unter 120° zuſammenſtoßen, in der genannten Combination aber dieſer Winkel ſich nur an den Kanten zwiſchen je zwei Flächen von $\infty P2$ vorfindet u. ſ. w. (hinſichtlich einer anderen ähnlichen Form vergl. §. 328.).

§. 216. Nur wenige Subſtanzen zeigen Combinationen von Rhomboëdern (die aus heragonalen Pyramiden erſter Ordnung abzuleiten ſind) mit heragonalen Pyramiden zweiter Ordnung; ſo Eiſenoxyd (Eiſenglanz) und Thonerde (Corund). Fig. 246. zeigt eine Combination des erſteren: eine heragonale Pyramide, deren abwechſelnde Endkanten gerade abgeſtumpft ſind. Man betrachtet die Abſtumpfungsflächen als der Grundform angehörig, weil parallel ihnen einige Spaltbarkeit ſtattfindet, aber nicht

*) Mod. 34 zeigt das durch Mod. 30 dargeſtellte Rhomboëder in Combination mit $\infty P2$.

Digitized by Google

parallel den Flächen der heragonalen Pyramide. Letztere bestimmt sich jetzt leicht; die Flächen von R oder $\frac{P}{2}$ stumpfen die Endkanten der heragonalen Pyramide $\frac{4}{3}P2$ gerade ab (vergl. §. 189.). In Fig. 246. sind außerdem noch die Endecken durch Flächen von $\frac{1}{4}R$ zugespitzt.

In ähnlicher Weise bestimmt sich die Fig. 247. dargestellte Combination des Korunds (dieselbe Form wurde an dem Chromoxyd beobachtet). Die (wenn auch unvollkommene) Spaltbarkeit parallel den Flächen von R läßt diese als Grundform betrachten; hiernach ist das Prisma als $\infty P2$ zu bezeichnen, und die Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen dem Prisma und der Endfläche $0R$ als eine heragonale Pyramide $mP2$ im Allgemeinen. Letztere wird leicht specieller als $\frac{4}{3}P2$ erkannt, da ihre Endkanten abwechselnd durch die Flächen der Grundform gerade abgestumpft sind.

---

§. 217. Nächst den hemiëdrischen Formen der heragonalen Pyramiden, den Rhomboëdern, hat eine Art hemiëdrischer Formen der symmetrisch zwölfseitigen Pyramiden ihres häufigen Vorkommens wegen besondere Wichtigkeit.

Fig. 43. zeigt die (schattirten) vorderen Flächen einer symmetrisch zwölfseitigen Pyramide, $3P\frac{3}{2}$ in Beziehung auf die heragonale Pyramide P, aus welcher man sich das Hauptrhomboëder des Kalkspaths entstanden denken kann (Fig. 42. zeigt diese heragonale Pyramide und dieses Hauptrhomboëder). An jeder symmetrisch zwölfseitigen Pyramide sind zweierlei Endkanten (vergl. §. 190.); denkt man sich nun die Flächenpaare, deren jedes zu beiden Seiten einer Art von Endkanten liegt, abwechselnd wachsend und verschwindend (in Fig. 43. sind die wachsenden Flächen mit +, die verschwindenden mit — bezeichnet), so entsteht eine geschlossene hemiëdrische Gestalt, die in Fig. 43. nach den vorderen Kanten, in Fig. 233. und Mod. 35 vollständig dargestellt ist. Die speciellere Angabe, wie diese Form von einer gegebenen symmetrisch zwölfseitigen Pyramide aus gezeichnet wird, können wir unterlassen, da dieses in ganz ähnlicher Art geschieht, wie sie bei der Zeichnung der Rhomboëder

Digitized by Google

dargelegt wurde, und da zudem weiter unten (§. 221.) eine einfachere Ableitung und Zeichnung dieser neuen hemiëdrischen Form besprochen wird.

§. 218. Man bezeichnet diese Form als Scalenoëder (auch als ungleichkantige sechsseitige Pyramiden, Drei- und Dreikantner, Bipyramiden). Jedes Scalenoëder ist durch 12 ungleichseitige Dreiecke begrenzt. Seine 8 Ecken sind zweierlei Art: 2 Endecken A, A_1 (Fig. 233.) sind sechsflächig und symmetrisch ungleichkantig; 6 Seitenecken D, D_1 sind vierflächig und ungleichkantig. Die Seitenecken liegen nicht in einer Ebene, sondern man hat, wie bei den Rhomboëdern (§. 202.), drei obere D und drei untere D_1 zu unterscheiden. — Die 18 Kanten sind dreierlei Art: 6 Seitenkanten $D\,D_1$ verbinden je zwei Seitenecken und liegen im Zickzack, wie die Seitenkanten eines Rhomboëders; sechs kürzere und schärfere Endkanten $A\,D$, $A_1\,D_1$ verbinden das obere Endeck mit den oberen Seitenecken und das untere Endeck mit den unteren Seitenecken; sechs längere und stumpfere Endkanten $A\,D_1$, $A_1\,D$ verbinden das obere Endeck mit den unteren und das untere Endeck mit den oberen Seitenecken.

Die Hauptaxe verbindet die zwei Endecken; die Nebenaxen verbinden die Mittelpunkte je zweier paralleler Seitenkanten.

Ein Schnitt senkrecht auf die Hauptaxe, durch die oberen Seitenecken oder über denselben (oder durch die unteren Seitenecken oder unter denselben) giebt ein symmetrisches Sechseck, für das Fig. 233. oder Mod. 35. dargestellte Scalenoëder ein solches wie Fig. 48. zeigt. Ein Schnitt senkrecht auf die Hauptaxe, welcher gleichweit von den beiden Endecken absteht, giebt ein symmetrisches Zwölfeck; für das eben genannte Scalenoëder ist dieses das Figur 41. gezeichnete (den vorderen Theil dieses Schnitts zeigt Fig. 43. in perspectivischer Ansicht).

Ein Schnitt durch zwei sich parallele schärfere und zwei stumpfere Endkanten heißt ein Hauptschnitt des Scalenoeders; Fig. 49. zeigt denselben ($A\,D_1\,A_1\,D$) für das mehrgenannte. Er ist ein Rhomboid, dessen längere Seiten die Lage der stumpferen und dessen kürzere Seiten die Lage der schärferen Endkanten gegen die Hauptaxe repräsentiren.

Digitized by Google

§. 219. Aus jeder symmetrisch zwölfseitigen Pyramide können zwei sich sonst ganz gleiche, aber der Stellung nach verschiedene Scalenoëder entstehen. So zeigt Fig. 43. eins, an welchem eine stumpfere oder längere Endkante in der Richtung von oben nach vorn liegt; wären die mit — bezeichneten Flächen der symmetrisch zwölfseitigen Pyramide gewachsen, und die mit + bezeichneten verschwunden, so würde ein gleiches Scalenoëder, aber in solcher Stellung entstanden sein, daß es eine schärfere oder kürzere Endkante in der Richtung von oben nach vorn zeigte. Die zwei Scalenoëder, die so aus einer symmetrisch zwölfseitigen Pyramide entstehen, wären als $+\frac{mPn}{2}$ und $-\frac{mPn}{2}$ zu bezeichnen; je nach dem Werthe von m oder n hat das Scalenoëder andere Dimensionen, je nach dem Zeichen + oder — eine andere Stellung. Fig. 233. und 396. stellen zwei verschiedene Scalenoëder dar in der als +, Fig. 395. und 397. zwei andere in der als — bezeichneten Stellung.

Statt des Zeichens $\frac{mPn}{2}$ für ein Scalenoëder gebraucht man ein anderes, welches die Stellung und einige andere wichtige Eigenschaften des Scalenoëders unmittelbar ausdrückt. — An jedem Scalenoëder liegen die Seitenkanten im Zickzack und so, daß in ihren Mittelpunkten die Nebenaren ausmünden; d. h. die Seitenkanten und die Seitenecken jedes Scalenoëders liegen genau so wie die Seitenkanten und die Seitenecken eines Rhomboëders; so die des Scalenoëders Fig. 43. oder 233. gerade so wie die des Rhomboëders Fig. 42. oder 391. Man kann sich dieses Scalenoëder aus diesem Rhomboëder in der Art construirt denken, daß die Hauptare des Rhomboëders auf das $n$fache (in dem vorliegenden Beispiel auf das 3fache) verlängert, und dann durch die Seitenkanten des Rhomboëders Flächen (oder von den Seitenecken des Rhomboëders Kanten) nach den Endpunkten der verlängerten Hauptare gelegt worden wären. Jedes Scalenoëder ist nun seinen Dimensionen und seiner Stellung nach vollkommen bestimmt, wenn man angiebt, welches Rhomboëder eben so liegende Seitenkanten hat, wie das zu bezeichnende Scalenoëder (man nennt dieses Rhomboëder das Seitenkantenrhomboëder jenes Scalenoëders), und wie viel mal

größer die Hauptaxe des Scalenoëders iſt, als die des Rhomboëders.

§. 220. So liegen die Seitenkanten des bei dem Kalkſpath am häufigſten vorkommenden Scalenoëders (Fig. 233., Mod. 35.) gerade ſo wie die Seitenkanten des Hauptrhomboëders $+ R$ (Fig. 391., Mod. 30.); $+ R$ iſt das Seitenkantenrhomboëder jenes Scalenoëders, und dieſes letztere hat (gleiche Größe der Nebenaxen in beiden Figuren natürlich vorausgeſetzt) eine dreimal ſo große Hauptaxe, als R. Man drückt dies in der Art aus, daß man das Verhältniß der Hauptaxen rechts oben zu dem Zeichen des Seitenkantenrhomboëders ſchreibt; das Zeichen für das eben beſprochene Scalenoëder iſt alſo $+ R^3$*). Das Zeichen eines Scalenoëders von denſelben Dimenſionen, aber in verwendeter Stellung, wäre $- R^3$.

Mehrere Scalenoëder können daſſelbe Seitenkantenrhomboëder haben, oder ſie laſſen ſich von demſelben Rhomboëder ableiten, in der Art daß man ſich die Hauptaxe deſſelben in verſchiedenen Verhältniſſen (die aber immer einfache und rationale ſind, denn nur ſolche finden ſich in der Natur) verlängert, und durch die Seitenkanten und die ſo gefundenen neuen Endpunkte der Hauptaxe Flächen gelegt denkt. So kommen an dem Kalkſpath außer dem Scalenoëder $+ R^3$ (Fig. 233) auch noch die Scalenoëder $+ R^2$ (Fig. 396.), $+ R^5$ und andere vor.

Aber auch Scalenoëder finden ſich, welche nicht das Hauptrhomboëder, ſondern ein abgeleitetes $\pm m R$ zum Seitenkantenrhomboëder haben; ſo an dem Kalkſpath $- 2 R^2$ (Fig 397., deſſen Seitenkantenrhomboëder Fig. 392. dargeſtellt iſt), $- \frac{4}{5} R^3$, und andere.

§. 221. Allgemein alſo können ſich von einer Grundform $+ R$ aus verſchiedene Rhomboëder $\pm m R$ (wo $m >$ oder $<$ als 1 ſein kann) ableiten, und von jedem dieſer aus eine Reihe von Scalenoëdern $\pm m R^n$, wo n verſchiedene Werthe haben kann, aber natürlich immer größer als 1 ſein muß. Tafel XX. (Fig. 389. — 398.) giebt in den Zeichen das allgemeine Schema

*) In welchem Verhältniß ein Scalenoëder zu ſeinem Seitenkantenrhomboëder ſteht, wird auch leicht überſehen aus der gleichzeitigen Betrachtung ihrer Hauptſchnitte, wie ſie Fig. 49. für R^3 und R bietet.

Digitized by Google

für die von einer Grundform aus möglicherweise sich ableitenden Rhomboëder und Scalenoëder; in den Zeichnungen können natürlich nur wenige einzelne Beispiele aus den vielen Fällen, welche die allgemeinen Formeln andeuten, dargestellt werden; es ist in diesen Beispielen immer ein Scalenoëder mit der doppelt so langen Hauptaxe für das darüber stehende Rhomboëder als Seitenkantenrhomboëder gezeichnet (oder n beispielsweise $= 2$ genommen).

Die Zeichnung eines jeden Scalenoëders $\pm m\,R^n$ geschieht also am einfachsten so, daß man die Seitenkanten des Rhomboëders $\pm m\,R$ construirt, die Hauptaxe n mal verlängert, und von den neuen Endpunkten der Hauptaxe nach den Seitenecken des Rhomboëders Linien zieht.

Zu der vollständigen Bestimmung eines Scalenoëders gehört die Angabe zweier Kantenwinkel an demselben. Schreibt man die Formel des Scalenoëders allgemein $\pm\frac{m\,P\,n}{2}$ (vgl. §. 219.), so sind für diese Formel zwei Werthe, m und n, zu bestimmen, wozu zwei Winkelmessungen oder Beobachtungen nöthig sind. Schreibt man die Formel dafür $\pm m\,P^n$*), so ist gleichfalls zweierlei zu bestimmen: das Rhomboëder $\pm m\,R$, von welchem aus man sich das Scalenoëder entstanden denken kann, und der Verlängerungscoefficient n für die Hauptaxe. Aber in der Combination mit anderen Formen kann man oft ein Scalenoëder schon aus der Lage der Combinationskanten ganz oder theilweise bestimmen. Hierzu ist nöthig, die näheren Beziehungen der Scalenoëder zu den Rhomboëdern allgemeiner zu kennen.

§. 222. Die Seitenkanten jedes Scalenoëders haben eine

---

*) Es bedeuten in diesen Formeln m und n ganz allgemein Zahlenwerthe, welche zu 1 in einfachen und rationalen Verhältnissen stehen. Keineswegs aber soll damit, daß man ein Scalenoëder durch $\pm\frac{m\,P\,n}{2}$ oder auch durch $\pm m\,R^n$ bezeichnen könne, gesagt sein, daß in diesen beiden Formeln für dasselbe Scalenoëder m und n dieselben Zahlenwerthe bedeuten; im Gegentheil bedeuten sie verschiedene. So ist für das am Kalkspath am häufigsten vorkommende Scalenoëder die Bezeichnung in der einen Art: $+\frac{3\,P\,3/2}{2}$, die Bezeichnung in der anderen: $+R^3$.

Digitized by Google

gleiche Lage wie die eines Rhomboëders (vgl. §. 219. und 220); wir nannten letzteres das Seitenkantenrhomboëder des Scalenoëders. Die schärferen Endkanten jedes Scalenoëders liegen aber wie die Endkanten gleichfalls eines Rhomboëders; nämlich alle sechs unter demselben Winkel gegen die Hauptaxe geneigt, die drei oberen unter sich gleich weit abstehend und ebenso die drei unteren, und jede untere gegen die Mitte zwischen zwei oberen sich erstreckend. Für jedes Scalenoëder kann man sich also ein Rhomboëder denken, dessen Endkanten dieselbe Lage und Neigung gegen die Hauptaxe haben, wie die schärferen Endkanten des Scalenoëders; man nennt dieses das Rhomboëder der schärferen Endkanten des Scalenoëders. — Eben so ist es mit den stumpferen Endkanten des Scalenoëders, und Rhomboëder der stumpferen Endkanten des Scalenoëders nennt man dasjenige, dessen Endkanten eben so gegen die Hauptaxe liegen, wie die stumpferen Endkanten des Scalenoëders.

Es sollen hier nicht die allgemeineren Beziehungen angegeben werden, durch welche man für jedes Scalenoëder $\pm m R^n$ das Rhomboëder der schärferen und das der stumpferen Endkanten findet. Als ein specielles und besonderes wissenswürdiges Resultat derselben mag hier nur angegeben werden, daß für $+ R^3$, das am häufigsten vorkommende Scalenoëder, $+ 4 R$ das Rhomboëder der schärferen*), $- 5 R$ das der stumpferen Endkanten ist. (Man sieht leicht ein, daß die zwei Rhomboëder der zweierlei Endkanten eines Scalenoëders immer verschiedener Ordnung sein müssen. Das Rhomboëder der schärferen Endkanten ist von derselben Ordnung, wie das Seitenkantenrhomboëder des Scalenoëders; das Rhomboëder der stumpferen Endkanten ist entgegengesetzter Ordnung.)

§. 223. Die Scalenoëder kommen nun häufig in Combination vor mit den Rhomboëdern ihrer Seiten- oder Endkanten, und diese Combinationen lassen, wenn eine Form bekannt ist, auf die Formel der anderen schließen.

Jedes Scalenoëder combinirt sich mit seinem Seitenkanten-

*) Vergl. Fig. 226., welche die Endkanten von $+ 4 R$ wenigstens theilweise zeigt, mit Fig. 233.

Digitized by Google

rhomboëder in der Art, daß die Combinationskanten, die Scalenoëderseitenkanten und die Rhomboëderendkanten parallel sind. Herrscht das Rhomboëder vor, so erscheinen die Scalenoëderflächen als Zuschärfungen der Seitenkanten des Rhomboëders; herrschen die Scalenoëderflächen vor, so bilden die Rhomboëderflächen dreiflächige Zuspitzungen an den Endecken des Scalenoëders, wobei die Zuspitzungsflächen auf die stumpferen Endkanten des Scalenoëders gerade aufgesetzt sind. Fig. 236. zeigt letztere Combination, wie sie bei dem Kalkspath durch $+ R^3$ und $+ R$ gebildet wird.

Der angegebene Kantenparallelismus ist ein wichtiger Anhaltspunkt zur Bestimmung der Scalenoëder. Der Kalkspath zeigt oft Krystalle wie Fig. 233.; ein solches Scalenoëder ist zunächst, als ganz unbestimmt, durch $\pm m R^n$ zu bezeichnen. Die Hervorbringung einer Spaltungsfläche, d. h. einer Fläche von $+ R$, belehrt, daß das Scalenoëder $+ R^n$ sei, wenn die Combinationskante der Spaltungsfläche mit der Scalenoëderfläche einer Scalenoëderseitenkante parallel ist. So ist denn das Scalenoëder mindestens theilweise bestimmt; eine vollständige Bestimmung kann jetzt durch Eine Winkelmessung erreicht werden, indem man entweder durch Rechnung den Werth von n ermittelt (die Anleitung dazu ist in minder elementaren Lehrbüchern der Krystallographie zu suchen) oder, wo die Substanz schon krystallographisch untersucht und für die einzelnen Formen (wie für die Mineralien in vollständigeren Lehrbüchern der Mineralogie) die charakteristischen Winkel angegeben sind, indem man die Winkelmessung mit diesen Angaben vergleicht und zusieht, welchem Scalenoëder sie entspricht.

§. 224. Die schärferen Endkanten des Scalenoëders liegen gerade so, wie die Endkanten des sogenannten Rhomboëders der schärferen Endkanten des Scalenoëders, die von $+ R^3$ z. B. wie die von $+ 4 R$. Bei Combination treten erstere an der Stelle der letzteren auf, d. h. ein Scalenoëder bildet Zuschärfungen an den Endkanten seines Rhomboëders der schärferen Endkanten, wenn letzteres vorherrscht; im entgegengesetzten Fall bildet das Rhomboëder der schärferen Endkanten Abstumpfungen der Seitenecken des Scalenoëders, und die Combinationskanten sind den schärferen Scalenoëderendkanten parallel. Fig. 237.

Digitized by Google

zeigt die an dem Kalkſpath vorkommende Combination $+ R^3$. $+ 4R$ im Gleichgewicht.

In ganz entſprechender Weiſe combinirt ſich ein Scalenoëder mit dem Rhomboëder ſeiner ſtumpferen Endkanten.

§. 225. Die Seitenecken der Scalenoëder erſcheinen oft noch anders abgeſtumpft, nämlich ohne daß ein ſolcher Kantenparallelismus vorhanden iſt. Dies kann durch andere Rhomboëder hervorgebracht werden, aber gewöhnlich beruht es auf einer Combination des Scalenoëders mit dem erſten heragonalen Prisma ∞R. Die Seitenecken eines Scalenoëders liegen wie Rhomboëderſeitenecken; ebenſo wie letztere durch ∞R abgeſtumpft werden (vergl. §. 214.), ſo auch erſtere. Fig. 235. zeigt die an dem Kalkſpath vorkommende Combination $+ R^3$. ∞R; die außerdem in dieſer Figur auftretenden Flächen werden unten beſprochen werden.

Das zweite ſechsſeitige Prisma, $\infty P2$, ſtumpft die Seitenkanten eines Scalenoëders ab, ebenſo wie es die Seitenkanten der Rhomboëder (vergl. §. 215.) abſtumpft. Fig. 234. zeigt die gleichfalls am Kalkſpath vorkommende Combination $+ R^3$. $\infty P2$.

Die Endkanten des Rhomboëders $+ 4R$ liegen wie die ſchärferen von $+ R^3$; erſtere werden abgeſtumpft durch $- 2R$ (vergl. §. 209.), alſo werden auch die ſchärferen Endkanten von $+ R^3$ durch $- 2R$ abgeſtumpft. Fig. 238. zeigt dies an einer Form des Kalkſpaths: An dem Scalenoëder $+ R^3$ ſind die Endecken dreiflächig zugeſpitzt durch $+ R$ (vergl. §. 223.); $- 2R$ iſt kenntlich daran, daß ſeine Combinationskanten mit $+ R$ den ſchiefen Diagonalen der Flächen des letzteren parallel ſind (vergl. §. 210.), und ſtumpft die ſchärferen Endkanten von $+ R^3$ ab; die Seitenecken von $+ R^3$ ſind außerdem noch abgeſtumpft durch ∞R.

§. 226. Die Scalenoëder treten auch unter ſich in Combination. Scalenoëder, welche daſſelbe Rhomboëder zum Seitenkantenrhomboëder haben, bilden Combinationskanten, welche den Seitenkanten eines Scalenoëders oder den Endkanten des Rhomboëders parallel ſind. Man ſieht dies in Fig. 239., einer Form des Kalkſpaths, wo $+ R$, $+ R^3$, $+ R^5$ combinirt ſind; die Combinationskanten zwiſchen $+ R$ und $+ R^3$ und die zwiſchen $+ R^3$

Digitized by Google

und $+ R^5$ sind parallel den Endkanten von $+ R$ und den Seitenkanten von $+ R^5$. Außerdem zeigt sich hier noch $+ 4 R$, kenntlich daran, daß seine Combinationskanten mit $+ R^3$ den schärferen Endkanten von $+ R^3$ parallel sind; es stumpft außerdem die stumpferen Endkanten von $+ R^5$ gerade ab. ∞R stumpft endlich die Seitenecken von $+ R^5$ ab.

In anderen Fällen bildet ein Scalenoëder Zuspitzungen der Endecken eines anderen. So in Fig. 235., gleichfalls einer Kalkspathform, $+ \frac{1}{4} R^3$ Zuspitzungen an $+ R^3$. Die Flächen dieser beiden Scalenoëder schneiden die Nebenaxen in denselben Richtungen (das erstere ist eine Hemiëdrie von $\frac{3}{4} P \frac{3}{2}$, das andere eine von $3 P \frac{3}{2}$), und bilden deshalb unter sich Combinationskanten, von welchen die oberen in Einer Ebene liegen, und eben so die unteren (vergl. §. 196.).

Oder ein Scalenoëder bildet Zuschärfungen an Endkanten eines anderen. So zeigt der Kalkspath auch die Fig. 240. abgebildete Form. Die Flächen des Hauptrhomboëders $+ R$ sind daran kenntlich, daß ihnen parallel Spaltbarkeit stattfindet; $- 2 R$ bestimmt sich dann wie vorhin. Von den beiden Scalenoëdern muß das eine, untergeordneter auftretende, $+ R$, das andere, vorherrschendere, $- 2 R$ zum Seitenkantenrhomboëder haben, denn die Combinationskanten zwischen dem ersteren Scalenoëder und $+ R$ sind den Endkanten von $+ R$, die Combinationskanten zwischen $- 2 R$ und dem letzteren Scalenoëder den Seitenkanten von diesem parallel. In der That ist das erstere $+ R^3$, das letztere $- 2 R^2$ (letzteres ist für sich Fig. 397. dargestellt.)

---

§. 227. Die Rhomboëder und Scalenoëder sind nicht allein die wichtigsten hemiëdrischen Formen des heragonalen Systems*), sondern erstere sind selbst die am häufigsten vorkommenden geschlossenen Formen an den Krystallen im Allgemeinen, welche heragonal ausgebildet sind. Aber die holoëdrischen Formen des

*) Die hemiëdrischen Formen des heragonalen Systems werden manchmal als drei- und dreigliedrige, die holoëdrischen als sechsgliedrige unterschieden.

Digitized by Google

heragonalen Systems können noch nach anderen Gesetzen hemiedrisch werden, als diejenigen sind, nach welchen man sich die Rhomboëder und Scalenoëder entstanden denken kann. Das Vorkommen dieser anderen hemiëdrischen Formen ist viel beschränkter, und es mag deshalb nur kurz über die Art, wie einige weniger seltne auftreten, hier gesprochen werden.

Dem ganz analog, was §. 166. über die Bildung von quadratischen Pyramiden dritter Ordnung aus den symmetrisch achtseitigen Pyramiden angeführt wurde, können auch heragonale Pyramiden dritter Ordnung aus symmetrisch zwölfseitigen Pyramiden entstehen, indem die an den Seitenkanten derselben gelegenen Flächenpaare abwechselnd wachsen und verschwinden. Fig. 41. zeigt uns die Lage der Seitenkanten einer symmetrisch zwölfseitigen Pyramide, deren Flächen (gehörig vergrößert) die Nebenaren in dem Verhältniß $\frac{3}{2}a:a:3a$ schneiden (vergl. §. 190.); wachsen die abwechselnden Seitenkanten mit den anliegenden Flächen, so entsteht eine heragonale Pyramide dritter Ordnung, in der Stellung zu den Nebenaren, wie es Fig. 50., gleichfalls in einem Schnitt durch die Seitenkanten, zeigt (die durch das Wachsen der abwechselnden Seitenkanten zurückgedrängten sind durch gestrichelte Linien angedeutet). Dem bei den entsprechenden quadratischen Formen Bemerkten gemäß, bezeichnet man die zwei heragonalen Pyramiden der dritten Ordnung, welche durch das Wachsen der einen oder der anderen Seitenkanten (und anliegenden Flächenpaare) entstehen können, mit $\frac{r}{l}\frac{mPn}{2}$ und $\frac{l}{r}\frac{mPn}{2}$.

Das symmetrisch zwölfseitige Prisma ∞Pn kann eben so hemiëdrisch werden, und zwei heragonale Prismen dritter Ordnung $\frac{r}{l}\frac{\infty Pn}{2}$ und $\frac{l}{r}\frac{\infty Pn}{2}$ geben, je nachdem die einen oder die anderen abwechselnden Flächen an ihm wachsen. Die Stellung eines solchen heragonalen Prisma's zu den Nebenaren geht gleichfalls aus Fig. 50. hervor.

§. 228. Diese Art von Hemiëdrie findet sich ausgezeichnet an dem Apatit. Wir betrachteten §. 196. die in Figur 215. abgebildete Combination $0\,P.P.2\,P.\infty P.P2.2\,P2.\infty P2$.

Digitized by Google

Die Combinationskanten, welche jede Fläche von $2P2$ mit zwei Flächen von ∞P bildet, würden durch eine symmetrisch zwölfseitige Pyramide abgestumpft (wie wir z. B. §. 195. und Figur 217. an dem Beryll eine solche Pyramide auftreten sahen). An dem Apatit findet aber die Abstumpfung nur an Einer der Combinationskanten statt, in Fig. 216. immer nur an derjenigen, welche eine Fläche $2P2$ mit der links liegenden Fläche ∞P bildet, während die mit der rechts liegenden Fläche ∞P gebildete Combinationskante unverändert bleibt. Die (in Fig. 216.) mit m bezeichneten Flächen gehören einer heragonalen Pyramide dritter Ordnung, und zwar $\frac{l}{r}\frac{3P^{3/2}}{2}$, an. — Eben so wird von den zwei Combinationskanten, welche jede Fläche $\infty P2$ mit zwei Flächen ∞P bildet, immer nur Eine abgestumpft; die Abstumpfungsflächen (in der Figur mit p bezeichnet) gehören dem heragonalen Prisma dritter Ordnung $\frac{l}{r}\frac{\infty P^{3/2}}{2}$ an. Die Flächen p und m liegen (wie aus der Gleichheit der Zeichen hinter P hervorgeht) zwischen den Nebenaxen in derselben Richtung und bilden deshalb horizontale Combinationskanten, wo immer eine obere und eine untere parallel sind (vergl. §. 196.). — Daß den beiden hemiedrischen Formen dasselbe Zeichen $\left(\frac{l}{r}\right)$ vorgesetzt ist, zeigt an, daß sie sich an derselben Seite, über einander, befinden; würde man das heragonale Prisma dritter Ordnung als $\frac{r}{l}\frac{\infty P^{3/2}}{2}$ bezeichnen, so würde dies bedeuten, daß es die Combinationskante zwischen einer Fläche von $\infty P2$ und der einen Fläche von ∞P abstumpft, während $\frac{l}{r}\cdot\frac{3P^{3/2}}{2}$ die Combinationskante zwischen der darüber liegenden Fläche $2P2$ und der anderen Fläche von ∞P abstumpft.

§. 229. Die heragonalen Pyramiden zweiter Ordnung erscheinen bisweilen hemiëdrisch, in der Art, daß die an den abwechselnden Seitenkanten gelegenen Flächenpaare bis zum Verschwinden der übrigen wachsen. Es entsteht hierdurch eine Doppelpyramide mit gleichseitig dreieckiger Basis, eine trigonale Py-

Digitized by Google

ramide; ſie kommt nie ſelbſtſtändig vor, denn Formen, die man dafür halten könnte, ſind ſpäter (§. 232.) zu beſprechende Zwillingsbildungen, oder die §. 96. abgehandelten Zwillinge, welche aus Würfelfragmenten zuſammengeſetzt ſind. Eine ſolche trigonale Pyramide, aus der heragonalen Pyramide zweiter Ordnung $2P2$ (über die Erkennung derſelben vergl. §. 193.) entſtehend, zeigt ſich am Quarz; die Combinationsecken zwiſchen der (durch zwei im Gleichgewicht befindliche Rhomboëder $+R$ und $-R$ gebildeten) heragonalen Pyramide erſter Ordnung und dem erſten heragonalen Prisma ſind nicht, wie es in Fig. 208. dargeſtellt und §. 193. beſprochen wurde, alle abgeſtumpft, ſondern nur die an den abwechſelnden Prismakanten befindlichen; Fig. 209. und 210. zeigen dieſe Art, wie $2P2$ (ſeine Flächen ſind mit x bezeichnet) als trigonale Pyramide auftritt. Dieſe Flächen können oft zur Unterſcheidung angewandt werden, welche von den Flächen der anſcheinenden heragonalen Pyramide P an dem Quarz zu $+R$ und welche zu $-R$ gehören (vergl. §. 208.); die Flächen x ſind nämlich oft deutlich, wenn auch zart, geſtreift, und die Streifung geht dann parallel der Combinationskante mit dem Rhomboëder, welches als $+R$ betrachtet wird (für eine Fläche x iſt dies in Fig. 209. deutlicher zu machen geſucht).

Die heragonalen Prismen können hemiëdriſch werden, indem ihre Flächen abwechſelnd wachſen und verſchwinden; es entſtehen dann trigonale Prismen.

§. 230. An dem Quarz findet ſich noch ein merkwürdiges Beiſpiel, wie Formen des heragonalen Syſtems nur theilweiſe auftreten, nämlich ein Beiſpiel von Tetartoëdrie, wo nur der vierte Theil der Flächen der vollzähligen Form zum Vorſchein kommt. An den Combinationskanten zwiſchen x und ∞R in Fig. 209. und 210. zeigen ſich nämlich manchmal Abſtumpfungsflächen, aber dieſe Kanten ſind nicht alle abgeſtumpft, ſondern an zwei über einander liegenden Flächen x legt ſich an die obere eine Abſtumpfungsfläche links, an die untere eine rechts (oder umgekehrt) an. Dieſe in den genannten Figuren mit y bezeichneten Flächen liegen wie Flächen einer ſymmetriſch zwölfſeitigen Pyramide mPn (und zwar $6P^6/_5$), aber von den 24 Flächen, welche dieſe Pyramiden haben ſollten, zeigen ſich nur 6 in der Combination, wie Fig. 209. und 210. es darſtellen. Die

Digitized by Google

Lage dieser sechs Flächen für sich kann man sich so deutlich machen, wenn man sich ein Scalenoëder, die hemiëdrische Form einer symmetrisch zwölfseitigen Pyramide, noch einmal in der Art hemiëdrisch werden denkt, daß die an den abwechselnden Seitenkanten gelegenen Flächenpaare bis zum Verschwinden der anderen Flächen wachsen. Dann entsteht eine geschlossene Form von der Art, wie sie die Flächen *y* in Fig. 209. oder 210. bei hinlänglicher Vergrößerung geben würden. An dem Quarz finden sich übrigens noch andere tetartoëdrische Formen der Art, als die von den eben angegebenen Arenverhältnissen.

Ungleiche Ausbildung an den entgegengesetzten Enden.

§. 231. Theilweises Auftreten von Flächen findet endlich manchmal noch in anderer Weise statt, nämlich so, daß von einer Form nur die oberen Flächen sich in einer Combination vorfinden, die unteren aber nicht, sondern statt ihrer Flächen einer anderen Form. Hierher kann man rechnen, daß in rhomboëdrischen Combinationen die Flächen des ersten heragonalen Prisma's, ∞R, manchmal nur zur Hälfte vorhanden sind. Denkt man sich dieses heragonale Prisma als ein Rhomboëder mit unendlich langer Hauptaxe (vergl. die Zusammenstellung von Rhomboëdern auf Tafel XX.), so ist es klar, daß drei abwechselnde Flächen des Prisma's als obere, die drei anderen als untere Flächen dieses Rhomboëders anzusehen sind. Die einen kommen nun manchmal ohne die anderen vor, aber damit ist zugleich auch verbunden das Auftreten anderer Flächen an dem oberen als an dem unteren Ende des Krystalls. Man kann die ungleiche Begrenzung des Krystalls an beiden Enden in der Art andeuten, daß man die Zeichen der an dem einen Ende befindlichen Flächen in runde, die der Flächen am anderen Ende in eckige Klammern setzt. — Der Turmalin giebt vorzüglich ein Beispiel für das eben Gesagte ab; Fig. 245. zeigt eine Combination an ihm vorkommender Formen, unter welchen $\infty P2$ und $+R$ herrschend sind; die Flächen von letzterem sind an beiden Enden vorhanden. Von dem

Digitized by Google

ersten heragonalen Prisma, ∞R, treten nur drei Flächen, (welche also mit $\frac{\infty R}{2}$ zu bezeichnen sind) auf, die abwechselnden Kanten von $\infty P2$ abstumpfend. An dem einen Ende können nun Flächen von $-\frac{1}{2}R$ (in der Figur an dem oberen Ende) auftreten, ohne an dem anderen sich zu zeigen; an diesem eben so $-2R$ (in der Figur an dem unteren). Sobald das Prisma ∞R in dieser Art hälftflächig in Combination tritt, kann der Krystall nicht mehr an beiden Enden gleichartig begrenzt sein; denken wir uns auch in Fig. 245. die Flächen von $-\frac{1}{2}R$ und $-2R$ weg, so ist doch ungleichartige Begrenzung vorhanden, insofern die oberen Flächen von $+R$ auf Flächen von ∞R, die unteren aber auf Kanten von $\infty P2$ gerade aufgesetzt sind. — Das Zeichen der in Figur 245. abgebildeten Combination wäre übrigens nach dem Obigen zu schreiben: $+R \,.\, \infty P2 \,.\, \frac{\infty R}{2} \,.\, (-\frac{1}{2}R) \,.\, [-2R]$.

Zwillingskrystalle.

§. 232. Unter den in diesem System vorkommenden Zwillingskrystallen sind wiederum solche mit parallelen und solche mit nicht parallelen Axensystemen zu unterscheiden (vergl. §. 121.), von welchen die ersteren sich nur bei hemiëdrischen Krystallen zeigen können. Von den Zwillingen mit parallelen Axensystemen finden sich sowohl Berührungszwillinge als auch Durchkreuzungszwillinge. Erstere namentlich bei dem Kalkspath, und zwar erscheinen auch hier wieder beide Krystallindividuen als die Hälften der idealen Krystallformen, und können am leichtesten als Hemitropien verstanden werden, indem man sich einen vollständigen Krystall in der Mitte durchschnitten und die eine Hälfte gegen die andere um 180° gedreht denkt. Denkt man sich z. B. die Combination $\infty R. -\frac{1}{2}R$ des Kalkspaths (Fig. 232.) in der Mitte parallel einer Fläche $0R$, d. h. rechtwinklig auf die Hauptaxe, durchschnitten und die untere Hälfte wie angegeben gedreht, so entsteht der Berührungszwilling Fig. 244. (wo der Schnitt auch angedeutet ist), welcher auf den ersten Blick wie ein einfacher Krystall aussieht, weil er keinen einspringenden Winkel zeigt. Ebenso

Digitized by Google

entsteht aus dem Scalenoëder + R^3 (Fig. 233.) die bei dem Kalkspath oft sehr regelmäßig ausgebildete Hemitropie Fig. 241. Der Kalkspath findet sich mitunter in größeren Massen, welche Spaltbarkeit parallel den Flächen von + R zeigen, und eine solche Masse ist manchmal gegen eine sie durchziehende Ebene hemitropisch krystallinisch; es lassen sich zwar aus dem Theil diesseits oder jenseits dieser Ebene Rhomboëder wie Fig. 391. ausspalten, aber wenn man diese Ebene innerhalb der Spaltungsgestalt hat, so zeigt diese eine Form ähnlich wie Fig. 117., gerade als ob ein (jetzt durch Fig. 116. dargestelltes) Rhomboëder in der Mitte rechtwinklig auf die Hauptaxe durchschnitten und die eine Hälfte um 180° gedreht worden wäre. Stellt man die Flächen, welche die einspringenden Winkel bilden, durch Spaltung nicht her, so erscheint der Zwilling als eine Doppelpyramide mit gleichseitig dreieckiger Basis.

Durchkreuzungszwillinge finden sich am Chabasit. Zwei Rhomboëder in um 180° verdrehter Stellung sind durch einander gewachsen; bei größter Regelmäßigkeit erscheinen die Krystalle ähnlich Figur 126., wenn eins der Individuen etwas zur Seite gerückt ist, wie Fig. 127., wenn es etwas kleiner als das andere ist, wie Fig. 128.

§. 233. Die Zwillinge mit nicht parallelen Axensystemen können verschiedene Flächen als Zusammensetzungsflächen haben, eine von P, oder von $-\frac{1}{2}P$, oder von $-2P$, u. a. Am Kalkspath finden sich solche Zwillinge namentlich an der Combination $\infty R . 0 R$. Um sich ihre Erscheinung deutlich zu machen, ist es vortheilhaft, den Zwilling so vor sich zu stellen, daß der Winkel, welchen die Hauptaxen der beiden Individuen machen, gerade vor dem Beobachter (in einer Ebene durch die Richtung von oben nach unten und von links nach rechts geht) liegt. Zu dem Ende muß man das Prisma ∞R mit einer Kante nach vorn stellen, während es bei den bisherigen Betrachtungen immer so gestellt gedacht und gezeichnet wurde, daß es eine Fläche nach vorn kehrt. In dieser abgeänderten Stellung zeigt Fig. 242. einen Zwilling von zwei Krystallen $\infty R . 0 R$, die mit einer Fläche + R zusammengewachsen sind; Fig. 243. einen Zwilling derselben Combination, wo aber die Zusammensetzungsfläche $-\frac{1}{2}R$ ist.

Digitized by Google

Formeln für den Zuſammenhang zwiſchen Winkeln und Axen.

§. 234. Die am häufigſten vorkommenden und einfachſten Rechnungen bei der Unterſuchung der heragonalen Kryſtalle ſind folgende:

Wenn die Länge der Hauptaxe, bezogen auf die Länge einer Nebenaxe = 1, c heißt, und für eine heragonale Pyramide erſter Ordnung A den Endkantenwinkel und B den Seitenkantenwinkel, für eine heragonale Pyramide zweiter Ordnung $\mathfrak{A}$ den Endkantenwinkel und $\mathfrak{B}$ den Seitenkantenwinkel bedeutet, ſo gelten die Formeln:

$$c = tg\ \xi, \text{ wenn } sin\ \xi = cotg\ \tfrac{1}{2} A \cdot \sqrt{3}$$

$$c = tg\ \tfrac{1}{2} B \cdot \sqrt{\tfrac{3}{4}}$$

$$c = tg\ \tfrac{1}{2} \mathfrak{B}, \text{ und zwar iſt } sin\ \tfrac{1}{2} \mathfrak{B} = 2\ cos\ \tfrac{1}{2} \mathfrak{A}$$

$$cos\ A = -\frac{2c^2 + 3}{4c^2 + 3}$$

$$tg\ \tfrac{1}{2} B = \frac{c}{\sqrt{\tfrac{3}{4}}}$$

$$cos\ \mathfrak{A} = -\frac{c^2 + 2}{2c^2 + 2}$$

$$cos\ \mathfrak{B} = -\frac{c^2 - 1}{c^2 + 1}$$

Heißt c die Länge der Hauptaxe eines Rhomboëders, bezogen auf die Länge einer Nebenaxe (vergl. §. 202.) als Einheit, und A der Endkantenwinkel, B der Seitenkantenwinkel, ſo iſt

$$A + B = 180^0$$

$$c = \sqrt{\frac{3\ (1 + cos\ A)}{2\ (1 - 2\ cos\ A)}}$$

$$cos\ A = \frac{2c^2 - 3}{4c^2 + 3}$$

Digitized by Google

Ueberſicht einiger im hexagonalen Syſtem kryſtalliſirenden Subſtanzen.

§. 235. Es wurde ſchon in dem Vorhergehenden mehrmals darauf aufmerkſam gemacht, daß einzelne Formen des heragonalen Syſtems mit ähnlichen aus anderen Syſtemen verwechſelt werden können. Wo in chemiſchen Abhandlungen als Kryſtallform eine ſechsſeitige Säule angegeben wird, iſt dieſes in den meiſten Fällen keineswegs ein heragonales Prisma, und der beliebte Ausdruck „rhomboëdriſche Kryſtalle“ wird oft von ſolchen Subſtanzen gebraucht, die nicht heragonal kryſtalliſiren. Es iſt merkwürdig, daß verhältnißmäßig ſehr wenige künſtliche Kryſtalle in das heragonale Syſtem gehören, während viele natürlich vorkommende Beiſpiele für daſſelbe abgeben; und von den chemiſchen Präparaten, welche als heragonale ſelbſt genauer beſchrieben ſind, dürften vielleicht noch manche bei näherer Unterſuchung aus dieſem Syſtem entfernt werden.

§. 236. Als die wichtigſten der heragonal kryſtalliſirenden Subſtanzen können genannt werden:

Kohlenſtoff kryſtalliſirt als Graphit oder Reißblei in heragonalen Tafeln; er iſt dimorph, vergl. §. 122.

1) Arſenik, 2) Antimon, 3) Tellur zeigen ein Hauptrhomboëder R (manchmal mit $0R$ ähnlich Fig. 222.) und abgeleitete Rhomboëder, (Tellur auch $\infty R \,.\, 0R$ und $\infty R \,.\, \pm R$ ähnlich Fig. 205.). Spaltbarkeit bei 1) nach $0R$ vollkommen, weniger nach R; bei 2) nach $0R$ vollkommen, weniger nach $-\frac{1}{2}R$; bei 3) nach ∞R, nach $0R$ nur in Spuren. Es iſt

bei 1) für $R : c =$	1,388,	$A =$ 85°26′;	für $-\frac{1}{2}R : A =$ 114°26′
2)	1,304	87°39′	117°13′
3)	1,364	86° 3′	115°12′

Bei Tellur bilden $+R$ und $-R$ eine heragonale Pyramide, für welche $A = 130°4'$, $B = 115°12'$.

Zink kryſtalliſirt in heragonalen Prismen.

Palladium in tafelförmigen heragonalen Prismen, leicht ſpaltbar nach $0P$ (es iſt wahrſcheinlich dimorph, vergl. §. 122.; ebenſo iſt Iridium dimorph, ſofern es bald regulär kryſtalliſi-

Digitized by Google

rende Legirungen bildet (§. 123.), bald heragonal kryſtalliſirende wie die folgende).

Osmium-Iridium, in welchen Verhältniſſen (Ir Os, Ir Os_3, Ir Os_4) es zuſammengeſetzt ſein möge, zeigt $\infty P.0P$ oder $\infty P.0P.P$ (ähnlich Fig. 212.), zur Tafel verkürzt. Für P iſt c etwa $= 1{,}63$, nämlich $B = 124°$ etwa ($A = 127°36'$ alſo). Vollkommen ſpaltbar nach $0P$.

§. 237. Waſſer (HO). Das Eis kryſtalliſirt heragonal; das Axenverhältniß der Grundform iſt nicht mit Sicherheit ermittelt. In den Schneeflocken ſpricht ſich der Charakter des heragonalen Syſtems deutlich aus: ſie beſtehen aus Kryſtallen, welche um einen Kryſtall, und in der Richtung ſeiner 3 Nebenaxen, an einander gewachſen ſind, ſo daß jede Schneeflocke immer die drei Richtungen, nach welchen die Kryſtallindividuen regelmäßig gelagert ſind, deutlich zeigt. Fig. 51. ſtellt zwei ſolcher Aggregate dar; es zeigt ſich deutlich der Unterſchied in ihrer Symmetrie von der ſonſt ähnlichen Geſtaltung der Flocken des regulär kryſtalliſirenden Salmiaks (vergl. über dieſen §. 90.).

Zinkoxyd (ZnO) zeigt die Formen ∞P, $\infty P.P$, P; letztere ſelten. Für P iſt: $c = 0{,}655$, $A = 144°54'$, $B = 74°12'$. Spaltbar nach $0P$, weniger deutlich nach ∞P.

Bleiſuperoxyd (PbO_2) findet ſich in der Combination $\infty P.P.0P$. Axenverhältniß unbekannt.

Kieſelerde (Quarz, Bergkryſtall, Amethyſt u. ſ. w., SiO_3 nach Berzelius', SiO_2 nach L. Gmelin's Annahme) kryſtalliſirt wie Fig. 205. bis 210. zeigen (vergl. §. 193., 197., 198., 208., 229., 230.). Für R iſt: $c = 1{,}100$, $A = 94°15'$; $+R$ und $-R$ bilden eine heragonale Pyramide, für welche $A = 133°44'$, $B = 103°34'$. Sehr unvollkommen ſpaltbar nach R und ∞R.

§. 238. Eine durch Iſomorphismus verknüpfte Gruppe bilden

1) Thonerde (Corund, Saphir) Al_2O_3
2) Chromoxyd Cr_2O_3
3) Eiſenoxyd (Eiſenglanz, Rotheiſenſtein u. a.) Fe_2O_3
4) Titanſaures Eiſenoxydul (Titaneiſen, Ilmenit und andere) $FeO, TiO_2 = \left\{\begin{matrix}Fe\\Ti\end{matrix}\right. O_3$

Die Grundform dieſer Subſtanzen iſt ein ſpitzes Rhombo-

Digitized by Google

eder R; unter den vorkommenden Combinationen nennen wir $R.0R$ (ähnlich Fig. 222. oder wie Fig. 248., vergl. §. 213.) für Al_2O_3 und Fe_2O_3; $\infty P2.0R.R.{}^2/_3P2$ (Fig. 247., vergl. §. 216.) für Al_2O_3 und Cr_2O_3; $R.{}^2/_3P2.{}^1/_4R$ (Fig. 246., vergl. §. 216.) für Fe_2O_3. An dem Ilmenit zeigen sich die heragonalen Pyramiden zweiter Ordnung hemiëdrisch als Rhomboëder; der verschiedene Gehalt an Fe_2O_3 in dem Ilmenit läßt die Winkel von R an demselben bei verschiedenen Varietäten wechselnd erscheinen. Es ist

bei 1) Al_2O_3 für R:	$c=1{,}3617$,	$A=86°6'$; für ${}^1/_3P2$:	$\mathfrak{A}=128°3'$;	$\mathfrak{B}=122°18'$.
2) Cr_2O_3	1,3707	85°52′	127°58′	122°38′
3) Fe_2O_3	1,3668	85°58′	128° 0′	122°30′
4) FeO, TiO_2	1,3767	85°43′		

Spaltbarkeit unvollkommen nach R und $0R$; wo sie vollkommen zu sein scheint, sind wahrscheinlich Zusammensetzungsflächen verschiedener Krystallindividuen vorhanden. — Zwillingskrystalle; die Zusammensetzungsfläche ist eine von R, oder $0R$.

Magnesiahydrat (MgO, HO) findet sich dünn tafelförmig in der Combination $\infty P.0P$. Spaltbar nach $0P$.

§. 239. Schwefelmolybdän (Molybdänglanz, Wasserblei, MoS_2), Tafeln $\infty P.0P$; spaltbar nach $0P$; ebenso Schwefelkupfer (Kupferindig, Covellin, CuS).

Schwefelcadmium (Greenockit, CdS). Für die Grundform P ist: $c=0{,}8249$, $A=139°39'$, $B=87°13'$; für eine spitzere Pyramide, $2P$, ist $A=127°27'$, $B=124°36'$. Zeigt sich säulenförmig, die Kanten zwischen ∞P und $0P$ durch mehrere Pyramiden abgerundet, oder pyramidal, durch Vorherrschen von $2P$. Spaltbar nach ∞P.

Schwefeleisen (Magnetkies, Fe_7S_8). Für P ist: $c=1{,}741$, $A=126°49'$, $B=127°6'$. Vorkommende Combinationen: $0P.\infty P$, $0P.P$, $0P.\infty P.P$ (ähnlich Fig. 378., 211., 212. u. a.); meistens tafelartig. Ziemlich spaltbar nach $0P$, unvollkommen nach ∞P.

Schwefelqueckſilber (Zinnober, HgS). Spitzes Rhomboëder: $c=2{,}29$, $A=71°48'$. Häufigste Combinationen mit $0R$ (etwa wie Fig. 222., dem Oktaëder ähnlich, vergl. §. 213.) und ∞R. Vollkommen spaltbar nach ∞R.

§. 240. Isomorph sind: Antimon- und Arsenſilberblende, nämlich:

Digitized by Google

1) Schwefelantimon-Schwefelſilber (Dunkles Rothgiltigerz, $SbS_3, 3AgS$).

2) Schwefelarſenik-Schwefelſilber (Lichtes Rothgiltigerz, $AsS_3, 3AgS$).

Es iſt für das Hauptrhomboëder R bei 1): $c = 0{,}7945$, $A = 108°20'$; bei 2): $c = 0{,}8076$, $A = 107°36'$.

1) zeigt ſich vorzugsweiſe prismatiſch in der Combination $\infty P2$ mit R und anderen Rhomboëdern und Scalenoëdern, bei 2) herrſchen im Allgemeinen Scalenoëder (R^3 und R^5) mehr vor. Spaltbar ziemlich deutlich nach R.

Die Verbindungen von Platinchlorid mit Chlormagneſium, -Mangan, -Zink, -Eiſen, -Kupfer, -Nickel oder -Kobalt (allgemeine Formel, wenn Me eins dieſer Metalle bedeutet: $PtCl_2 + MeCl + 6HO$) und das entſprechend conſtituirte Platinbromid-Bromzink ſollen in heragonalen Priſmen und Formen kryſtalliſiren, die ſich von einem ſtumpfen Rhomboëder, wo $A = 130°$ etwa (c alſo $= 0{,}484$), ableiten.

§. 241. Iſomorph ſind:

1) Kohlenſaure Kalkerde (Kalkſpath) CaO, CO_2

2) Kohlenſaures Manganoxydul (Manganſpath) MnO, CO_2

3) Kohlenſaures Eiſenoxydul (Eiſenſpath) FeO, CO_2

4) Kohlenſaure Magneſia (Bitterſpath, Magneſit) MgO, CO_2

5) Kohlenſaures Zinkoxyd (Zinkſpath) ZnO, CO_2

und die Subſtanzen, welche durch Zuſammenkryſtalliſiren mehrerer der genannten entſtehen, wie Kalktalkſpath (wo die kohlenſauren Salze von Ca und Mg gemiſcht ſind), Meſitinſpath (Mg, Fe), Oligonſpath (Mn, Fe), Kapnit (Zn, Fe) u. a.

Die Winkel und Arendimenſionen der Formen dieſer Miſchungen liegen in der Mitte zwiſchen denen, welche in dem Folgenden für die entſprechenden Formen der einfachen kohlenſauren Salze angegeben werden.

1) Bei CaO, CO_2 iſt für R: $c = 0{,}8543$, $A = 105°5'$; die Dimenſionen der häufiger vorkommenden Rhomboëder ſind §. 211. angegeben; von den Scalenoëdern findet ſich am öfteſten R^3 mit den Endkanten $104°38'$ und $144°24'$, dann R^5 mit den Endkanten $109°1'$ und $134°28'$, u. a. Die häufigeren Geſtalten, Combinationen

Digitized by Google

und Zwillinge wurden §. 205. — 226., 232. u. 233. beschrieben, und sind Fig. 390. bis 393., 224. bis 229., 231. bis 244. dargestellt.

2) Bei MnO, CO_2 ist für R: $c = 0{,}8211$, $A = 106°51'$. Combinationen: $R. -\frac{1}{2}R$, $\infty R. 0R$, tafelförmig.

3) Bei FeO, CO_2 ist für R: $c = 0{,}8193$, $A = 107°0'$; am häufigsten zeigt sich R selbstständig oder vorwaltend (vgl. §. 204.).

4) Bei MgO, CO_2 ist für R: $c = 0{,}8117$, $A = 107°25'$.

5) Bei ZnO, CO_2 ist für R: $c = 0{,}8070$, $A = 107°40'$.

Die Krystalle aller dieser Verbindungen sind, meist sehr vollkommen, spaltbar nach R. — Der kohlensaure Kalk ist dimorph (vergl. §. 295.); auch das kohlensaure Bleioxyd und der kohlensaure Baryt scheinen es zu sein, da sie mit kohlensaurem Kalk zusammen rhomboëdrisch krystallisiren können (als Plumbocalcit, wo für R $c = 0{,}8580$, $A = 104°53\frac{1}{2}'$, und als Neotyp oder rhomboëdrischer Barytocalcit, wo für R $c = 0{,}8529$, $A = 105°3'$), während sie für sich in rhombischen Formen erscheinen.

§. 242. Salpetersaures Natron (NaO, NO_5) krystallisirt als stumpfes Rhomboëder R (Fig. 391.), für welches $c = 0{,}8276$, $A = 106°33'$. Sehr vollkommen spaltbar nach R.

Salpetersaures Kali (KO, NO_5) bei gewöhnlicher Temperatur unter dem Mikroskop krystallisirend, zeigt außer rhombischen Krystallen auch stumpfe Rhomboëder, die aber sich bald wieder auflösen und in die rhombische Krystallform übergehen, welche die gewöhnlichere dieser (dimorphen) Verbindung ist; vergl. §. 290.

Schwefelsaures Kali (KO, SO_3) krystallisirt nur äußerst selten rhomboëdrisch, und zwar tafelförmig, in der Combination $0R . R$ (ähnlich Fig. 248.). Für R ist: $c = 1{,}284$, $A = 88°13'$. Es ist dimorph und krystallisirt gewöhnlich rhombisch (vergl. §. 290.).

Schwefelsaures Natron-Lithion ($NaO, SO_3 + ?LiO, SO_3 + 6HO$) krystallisirt in spitzen Rhomboëdern; $c = 1{,}791$, $A = 77°32'$.

Schwefelsaures Thonerde-Kali (Alaunstein; $KO. SO_3 + 3(Al_2O_3. SO_3) + 9HO$) findet sich in den Formen R und $R. 0R$ (ähnlich Fig. 222.); für R ist: $c = 1{,}3229$, $A = 87°8'$. Spaltbar ziemlich deutlich nach $0R$, weniger nach R.

Digitized by Google

Iſomorph ſind:

1) Unterſchwefelſaurer Strontian ($SrO, S_2O_5 + 4HO$)

2) Unterſchwefelſaurer Kalk ($CaO, S_2O_5 + 4HO$)

3) Unterſchwefelſaures Bleioxyd ($PbO, S_2O_5 + 4HO$).

Als Grundform P kann man für alle eine Pyramide betrachten, wo $c = 1{,}485$, $A = 128°49'$, $B = 119°30'$. 1) und 2) zeigen tafelförmige Geſtalt: $0P.P$ (ähnlich Fig. 211.); bei 3) ſoll außer P auch $\frac{1}{2}P$, und zwar hemiëdriſch und mit P in Combination, vorkommen. Nur für 1) wird undeutliche Spaltbarkeit nach $0P$ angegeben.

Es iſt auffallend, daß für dieſe Salze und den ähnlich conſtituirten unterſchwefelſauren Baryt (vergl. §. 291.) verſchiedene Kryſtallform beobachtet wurde.

§. 243. Die Verbindungen von arſenikſaurem oder phosphorſaurem Bleioxyd oder Kalk mit Chlor- oder Fluorblei oder Chlor- oder Fluorcalcium bilden eine Gruppe iſomorpher Subſtanzen. Als beſondere Species werden unterſchieden:

		Für P iſt		
1) Apatit	$3(3CaO, PO_5) + Ca\overset{F}{Cl}$	$c = 0{,}7321$, $A = 142°20'$, $B = 80°25'$.		
2) Pyromorphit	$3(3PbO, PO_5) + Pb\overset{F}{Cl}$	0,7362	142°12′	80°44′
3) Mimetesit	$3(3PbO, AsO_5) + Pb\overset{F}{Cl}$	0,7392	142° 7′	80°58′

1) zeigt die Combinationen Fig. 211. bis 216. (vergl. §. 192. — 196., 228.), 2) und 3) die Combinationen Fig. 211. bis 214. u. a. Spaltbarkeit nach P und ∞P am deutlichſten bei 1), am undeutlichſten bei 2).

2) und 3) gehen in einander über, indem ſich PO_5 und AsO_5 (im Grün- und Braunbleierz) in wechſelnden Verhältniſſen erſetzen, ebenſo wie auch Mineralien bekannt ſind, wo außerdem Pb und Ca in wechſelnden Verhältniſſen zuſammen vorkommen.

§. 244. Kieſelſaure Beryllerde-Thonerde (Beryll, Smaragd; $Be_2O_3, 4SiO_3 + 2(Al_2O_3, 2SiO_3)$ nach Berzelius, $3BeO + Al_2O_3 + 6SiO_2$ nach L. Gmelin). Für die Grundform P iſt: $c = 0{,}4978$, $A = 151°9'$, $B = 59°47'$. Combinationen $\infty P.0P$, $\infty P.0P.P$ (ähnlich Fig. 212.), Fig. 217. (vergl. §. 195.) u. a. Spaltbar ziemlich vollkommen nach $0P$.

Digitized by Google

Kieſelſaures Kupferoxyd (Dioptas; $3CuO, 2SiO_3 + 3HO$ nach Berzelius, $CuO, SiO_2 + HO$ nach L. Gmelin). Für R iſt: $c = 0{,}5295$, $A = 126°17'$; für $-2R$ iſt $A = 95°48'$. Gewöhnlichſte Combination: $-2R . \infty P2$ (Fig. 230., vergl. §. 215.). Sehr deutlich ſpaltbar nach R.

§. 245. Andere complicirtere kieſelſaure Verbindungen mögen nur kurz angeführt werden:

Nephelin (Eläolith) zeigt die Form $\infty P . 0P . P$ (ähnlich Fig. 212.), meiſtens ohne P. Für P iſt $c = 0{,}8376$, $A = 139°19'$, $B = 88°6'$. Unvollkommen ſpaltbar nach $0P$ und ∞P.

Chabaſit zeigt die Formen R, $R . -½R . -2R$ (Fig. 249.), und Durchkreuzungszwillinge von R (vergl. §. 232.). Für R iſt: $c = 1{,}086$, $A = 94°46'$. Ziemlich deutlich ſpaltbar nach R.

Turmalin zeigt am häufigſten $\infty P2 . \frac{\infty R}{2}$, an den Enden durch R und andere Rhomboëder begrenzt (Fig. 245., vergl. §. 231.). Für R kann $c = 0{,}4472$, $A = 133°10'$ geſetzt werden, aber an verſchiedenen Varietäten iſt der Winkel etwas verſchieden. Spuren von Spaltbarkeit nach R.

Heragonaler (optiſch einariger) Glimmer zeigt faſt immer $0P . \infty P$, ausgezeichnet ſpaltbar nach $0P$.

§. 246. Von Verbindungen der organiſchen Chemie ſind hervorzuheben:

1) Ferrocyanammonium-Chlorammonium (Ammoniumeiſencyanür-Chlorammonium, Cfy, $2Am + AmCl + 3HO$ oder $FeCy + 2AmCy + AmCl + 3HO$) und 2) das entſprechende Ferrocyanammonium-Bromammonium.

Beobachtete Formen bei 1): R, $-2R$, und die Combination $R . 0R . -2R$ (Fig. 223., vergl. §. 213.); bei 2) herrſchen die Flächen von $-2R$ mehr vor und R tritt untergeordnet auf. Bei 1) iſt für R: $c = 1{,}0325$, $A = 96°52'$; bei 2) iſt für R: $c = 0{,}9858$, $A = 98°49'$, für $-2R$ $A = 75°5'$.

Ferrocyankaliumbaryum (Cyaneiſenkaliumbaryum, Cfy, K, $Ba + 3HO$ oder $FeCy + KCy + BaCy + 3HO$) kryſtalliſirt in der Form $R . 0R$ (Fig. 222.). Für R iſt: $c = 1{,}570$, $A = 81°23'$. Spaltbar nach P.

Die Verbindung von Traubenzucker (Stärke- oder Harnzucker) mit Chlornatrium ($NaCl + 2(C_{12}H_{12}O_{12}) + 2HO$) kry-

Digitized by Google

ſtalliſirt als heragonale Pyramide P und hemiëdriſch als Rhomboëder (Fig. 218. bis 221.; vergl. §. 198., 208.). c iſt $=1{,}802$; für P iſt $A=126°26'$, $B=128°40'$; für $\frac{P}{2}$ oder R iſt $A=77°23'$.

Aldehyd-Ammoniak ($C_4H_3O+NH_3+HO$) kryſtalliſirt in ſpitzen Rhomboëdern, wo $A=85°$ etwa (demnach $c=1{,}4$), mit abgeſtumpften Endkanten.

Digitized by Google

Rhombiſches Syſtem.

§. 247. Die Kryſtalle des rhombiſchen Syſtems haben drei rechtwinklig zu einander ſtehende Aren, welche ſämmtlich ungleichartig ſind. Bei der Betrachtung ſtellt man eine Are aufrecht, eine läßt man von links nach rechts, eine von vorn nach hinten gerichtet ſein. Alle Kryſtalle des rhombiſchen Syſtems ſind nach drei Richtungen verſchieden ausgebildet, ſo daß die Kryſtalle bei richtiger Stellung oben und unten anders begrenzt ſind, als links und rechts, und vorn und hinten wiederum anders; und die Richtungen oben und unten, links und rechts, vorn und hinten machen unter einander rechte Winkel.

Die drei Aren ſind ſowohl in der Beziehung ungleichartig, daß ſie an ungleichen Stellen der Kryſtalle ausmünden, als in Beziehung auf ihre Größe.

Die drei Aren ſind ſämmtlich *einzelne* Aren (vergl. §. 46.); es iſt ſomit an und für ſich kein Grund vorhanden, eine von den andern als Hauptare zu unterſcheiden. Doch nennt man die ſenkrecht geſtellte Are die *Hauptare*, und zwar nimmt man als Hauptare im Allgemeinen vorzugsweiſe diejenige, mit welcher in den Combinationen die meiſten Flächen parallel ſind, oder in der Richtung welcher ſich die Kryſtalle vorzugsweiſe prismatiſch ausgebildet finden. Es wird dies bei der Betrachtung der Combinationen deutlicher und unten noch beſonders beſprochen werden (vergl. §. 270. und 271.).

Hat man für einen Kryſtall die Hauptare gewählt und dieſe ſenkrecht geſtellt, ſo liegen die beiden anderen Aren in einer

Digitized by Google

horizontalen Ebene. Man nennt sie dann Nebenaren, und zwar wird die längere Nebenare als Makrodiagonale, die kürzere als Brachydiagonale unterschieden. Wir wollen bei der Betrachtung der Krystalle sie immer so gestellt denken, daß die Brachydiagonale in der Richtung links nach rechts, die Makrodiagonale in der Richtung vorn nach hinten für den Beobachter liegt.

Eine durch die zwei Nebenaren gelegte Ebene heißt der basische, eine durch die Hauptare und die Makrodiagonale gelegte der makrodiagonale, und eine durch die Hauptare und die Brachydiagonale gelegte Ebene der brachydiagonale Hauptschnitt.

§. 248. Die Größe der Aren in einem rhombischen Krystall muß aus zwei von einander unabhängigen Messungen, durch die unten (§. 285.) mitzutheilenden Formeln, bestimmt werden; man giebt ihre Größe an, bezogen auf die der Makrodiagonale als Einheit. Wir bezeichnen die Brachydiagonale mit a, die Makrodiagonale mit b, die Hauptare mit c.

Die Zeichnung eines Arenkreuzes für das rhombische System ist einfach; man zeichnet nach Anleitung von §. 17. drei auf einander rechtwinklich stehende Linien wie Fig. 11.; man trägt auf der Linie von links nach rechts und auf der von oben nach unten Abstände vom Mittelpunkte auf, welche dem Verhältniß der Brachydiagonale zur Hauptare entsprechen, und auf der von von vorn nach hinten trägt man die Größe der Makrodiagonale auf $\frac{1}{3}$ verkürzt auf. In Fig. 411. ist ein rhombisches Arenkreuz gezeichnet; die Flächen der hier dargestellten Pyramide schneiden die Aren in solchen Abständen vom Mittelpunkte, daß sich diese verhalten wie 0,8 auf der Brachydiagonale zu 1 auf der Makrodiagonale (in der perspectivischen Zeichnung muß dieser Abstand auf $\frac{1}{3}$ verkürzt erscheinen) zu 0,9 auf der Hauptare; oder: es ist für diese Pyramide $a:b:c=0{,}8:1:0{,}9$.

Diese Art der Zeichnung (d. h. wenn man sich das Arenkreuz so gestellt denkt, daß die größere Nebenare gegen den Beobachter gerichtet ist) hat allerdings den Uebelstand, daß dabei die in Wirklichkeit längere Nebenare in der perspectivischen Zeichnung kürzer als die andere erscheinen kann. Aber will man die kürzere Are als die gegen den Beobachter gerichtete sich denken,

Digitized by Google

so kann ein noch größerer Uebelstand entstehen, denn dann erscheint oft diese schon in Wirklichkeit kürzere Are in der Zeichnung nun noch einmal so verkürzt, daß ihre Endpunkte mit dem Mittelpunkt und unter sich so nahe zusammenfallen, daß die vorn und hinten daran liegenden Flächen sich fast gänzlich decken und ihre Betrachtung dadurch bedeutend erschwert wird *).

Einfache holoëdrische Formen.

§. 249. Die einfachste Form in dem rhombischen System wird durch Flächen gebildet, welche die drei Aren in verschieden großen Abständen, z. B. *a* (auf der Brachydiagonale) *b* (auf der Makrodiagonale) und *c* (auf der Hauptare), schneiden. Sie ist eine rhombische Pyramide (auch Rhombenoktaëder, zwei- und zweigliedriges oder ein- und einariges Oktaëder, oder Orthotyp genannt); Fig. 250. und Mod. 36 stellen eine solche an dem Schwefel vorkommende dar. Sie ist durch 8 ungleichseitige Dreiecke begrenzt. Die 12 Kanten sind dreierlei Art: 4 Seitenkanten *BC* liegen in dem basischen Hauptschnitt, 4 Endkanten *AC* in dem makrodiagonalen und 4 davon verschiedene Endkanten *AB* in dem brachydiagonalen Hauptschnitt. Alle drei durch eine rhombische Pyramide gelegte Hauptschnitte bilden Rhomben, aber von verschiedenen Winkeln. Die 6 Ecken sind gleichfalls dreierlei Art: 2 Endecken *A*, durch welche die Hauptare hindurchgeht; 2 Seitenecken *B*, in welchen die Brachydiagonale, und 2 davon verschiedene Seitenecken *C*, in welchen die Makrodiagonale ausmündet. Die Form der Flächen und die größere Verschiedenartigkeit in den Kanten und Ecken unterscheiden eine rhombische Pyramide von einer quadratischen und von dem Regulär-oktaëder (vergl. §. 138.).

*) In dem Folgenden wird sich zeigen, daß bei irgend einer Substanz außer der Grundform, an welcher die Makrodiagonale und die Brachydiagonale bestimmt werden, auch noch andere Formen vorkommen können, wo die Brachydiagonale vergrößert und selbst größer als die Makrodiagonale sein kann. Will man nun auch die Grundform so gestellt denken, daß die Brachydiagonale gegen den Beobachter gerichtet ist und die in Wirklichkeit kleinere Nebenare auch in der perspectivischen Zeichnung als die kleinere erscheine, so kann doch für die erwähnten anderen Formen der oben angedeutete Uebelstand eintreten.

Digitized by Google

Wie in den beiden letzten Syſtemen an Kryſtallen derſelben Subſtanz verſchiedene Pyramiden auftreten können, iſt dieſes auch bei dem rhombiſchen der Fall. Unter ihnen nimmt man eine als Grundform an, und zwar wieder die, auf welche ſich alle andere vorkommenden Formen (die allgemein als ſecundäre bezeichnet werden) am einfachſten beziehen laſſen. Man ermittelt für die Grundform das Arenverhältniß; die Flächen ſchneiden in ihr die Aren in den Abſtänden $a : b : c$. Abgekürzt bezeichnet man die Grundform durch P.

§. 250. Es kommen nun noch andere Pyramiden vor, deren Flächen die Nebenaren in demſelben Verhältniß ſchneiden, wie dies bei P ſtattfindet, aber die Hauptare in dem $m$mal ſo großen Abſtande, wo m Zahlen bedeutet, welche zu 1 in einem einfachen und rationalen Verhältniß ſtehen, wie $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, 2, $\frac{3}{2}$ u. ſ. f. Die allgemeine Formel $a : b : mc$ oder abgekürzt mP bezeichnet ſolche Pyramiden. Fig. 411. zeigt eine beiſpielsweiſe angenommene Grundform P, Fig. 410. und 412. ſecundäre Pyramiden mit derſelben Baſis, mP ($m < 1$, z. B. $\frac{1}{2}$) und mP ($m > 1$, z. B. 2).

Die Grenze für das Kleinerwerden der Hauptare iſt, daß ſie $= 0$ wird. $0P$ bezeichnet eine Fläche, welche mit den Nebenaren parallel geht, die baſiſche Endfläche.

Die Grenze für das Größerwerden der Hauptare iſt dadurch gegeben, daß wir $m = \infty$ ſetzen. $a : b : \infty c$, abgekürzt ∞P, bezeichnet Flächen, welche mit der Hauptare parallel gehen, und die Nebenaren in denſelben Richtungen ſchneiden, wie dies bei der Grundform geſchieht. ∞P iſt ein vertikales rhombiſches Prisma (Fig. 413.), und zwar wird es als vertikales Hauptprisma von anderen ähnlichen Geſtalten unterſchieden. — Jedes rhombiſche Prisma wird durch vier gleichartige Flächen gebildet, aber die vier Kanten an ihm ſind nicht gleichartig, ſondern immer nur je zwei ſich gegenüberliegende. Je zwei ſolche ſind unter ſich gleichartig und von den anderen zwei verſchieden, was den Winkel betrifft, unter welchem die Flächen in ihnen zuſammenſtoßen, und was die Veränderung durch andere Flächen angeht; zwei ſolche ſich gegenüberliegende Kanten können in Combinationen durch andere Flächen erſetzt werden, ohne daß die zwei anderen Kanten dieſelbe Veränderung zu erleiden brauchen (Unterſchied vom quadratiſchen Prisma; vergl. §. 140.).

Digitized by Google

Alle Formen, deren Flächen zwiſchen den Nebenaren in derſelben Richtung liegen wie die Flächen der Grundform (alſo alle, deren Zeichen in der mittelſten Horizontalreihe des Schema's Tafel XXI. ſtehen), faßt man unter dem Namen der Hauptreihe zuſammen.

§. 251. Ebenſo wie ſich aus der Grundform durch Veränderung der Hauptaxe andere Formen ableiteten, laſſen ſich auch andere Formen durch Veränderung der Größe einer anderen Axe ableiten. Außer der Grundform kann z. B. noch eine Pyramide vorkommen, deren Flächen die Makrodiagonale und die Hauptaxe noch in demſelben Verhältniß $b : c$ ſchneiden, wie in der Grundform, aber die Brachydiagonale in dem $n$fachen (z. B. doppelten) Abſtande. Das Zeichen dieſer Form wird ſein: $na : b : c$, und abgekürzt ſchreibt man es $\breve{P}n$. Man ſchreibt nämlich auch in dieſem Syſtem jeden Veränderungscoëfficienten, der ſich auf die Hauptaxe bezieht, vor P, und jeden Veränderungscoëfficienten, der auf eine Nebenaxe Bezug hat, hinter P; im letzteren Falle giebt man an, ob der Veränderungscoëfficient ſich auf die Makrodiagonale oder die Brachydiagonale bezieht, indem man im erſteren Falle das proſodiſche Zeichen der Länge (–), im letzteren das der Kürze (⏑) über P ſetzt.

$\breve{P}n$ bedeutet alſo eine Form, worin die Brachydiagonale $n$mal ſo groß iſt, wie in der Grundform, die anderen Axen aber daſſelbe Verhältniß, wie in der Grundform, noch haben (Fig. 416. ſtellt $\breve{P}2$, bezogen auf Fig. 411. als P, dar). Von dieſer neuen Form $\breve{P}n$ leitet ſich nun wieder eine Reihe ſpitzerer und ſtumpferer Pyramiden ab, deren Flächen die Nebenaxen in demſelben Verhältniß ſchneiden, wie es in $\breve{P}n$ der Fall iſt, die Hauptaxe aber in einem $m$mal vergrößerten Abſtande. Ihr allgemeines Zeichen iſt $m\breve{P}n$. Für $m=0$ iſt die reſultirende Form wieder identiſch mit der baſiſchen Endfläche $0P$; für $m=\infty$ iſt die reſultirende Form ein vertikales rhombiſches Prisma, deſſen Flächen aber die beiden Nebenaxen in einem anderen Verhältniß ſchneiden, als es die Flächen des Hauptprisma's (§. 250.) thun. Letztere ſchneiden ſie in der Richtung $a : b$, erſtere in der Richtung $na : b$. Fig. 53. zeigt die zwei Nebenaxen und zwei Prismen angedeutet, welche bei dem Topas vorkommen; die Flächen

Digitized by Google

des einen (des Hauptprisma's ∞P) gehen von dem Abstande (vom Mittelpunkte) 1 auf der Makrodiagonale nach 0,53 auf der Brachydiagonale, die des anderen ($\infty \breve{P} 2$) von dem Abstande 1 auf der Makrodiagonale nach $1{,}06 = 2.0{,}53$ auf den Brachydiagonalen.

In den Formen der Hauptreihe (§. 250.) liegen die schärferen Winkel immer an der Makrodiagonale. Die schärferen Endkanten bei den Pyramiden P und mP sind die im makrodiagonalen Hauptschnitt; durch die schärferen Seitenkanten des Prisma's ∞P geht die Makrodiagonale. Bei den Formen der brachydiagonalen Zwischenreihe (wie man die Formen zusammen nennt, wo die Brachydiagonale auf das $n$fache vergrößert, und n meßbar, nicht unendlich groß ist) kann es anders sein; die schärferen Winkel können hier in dem brachydiagonalen Hauptschnitt liegen. Die $n$fach vergrößerte Brachydiagonale kann nämlich größer sein, als die Makrodiagonale.

§. 252. Der Werth von n, dem Coëfficienten, nach welchem die Vergrößerung der Brachydiagonale erfolgt, kann verschieden sein, z. B. 2, $\frac{3}{2}$, 3 u. s. f. Die Grenze für die Vergrößerung ist, daß $n = \infty$ gesetzt wird. $\breve{P}\infty$ bedeutet Flächen, welche mit der Brachydiagonale parallel gehen, übrigens aber die Hauptaxe und die Makrodiagonale in demselben Verhältniß schneiden, wie es in der Grundform der Fall ist. $\breve{P}\infty$ ist ein horizontales Prisma (Fig. 421.), welches sich in der Richtung der Brachydiagonale erstreckt. Die horizontalen Prismen, deren mehrere vorkommen können, werden auch als Domen unterschieden; die in der Richtung der Brachydiagonale sich erstreckenden auch als Längsprismen.

Außer dem brachydiagonalen Prisma oder Doma $\breve{P}\infty$, für welches das Verhältniß der Makrodiagonale zur Hauptaxe das der Grundform ist, giebt es noch stumpfere und schärfere brachydiagonale Domen, nämlich solche, wo die Hauptaxe im Verhältniß zur Makrodiagonale kleiner oder größer ist als in $\breve{P}\infty$. Das Zeichen für diese ist allgemein $m\breve{P}\infty$ (Fig. 420. und 422. geben sie für $m = \frac{1}{2}$ und $= 2$, bezogen auf Fig. 411. als P). — Für $m = 0$ ist die resultirende Form wieder gleich der basischen Endfläche $0P$; für $m = \infty$ wird die Formel zu $\infty \breve{P}\infty$, und bedeutet Flächen, welche mit der Hauptaxe und mit der Brachydiagonale parallel gehen (Fig. 423.). Man nennt sie die brachy-

Digitized by Google

diagonalen Endflächen (auch die Längsflächen), weil sie gerade so dem brachydiagonalen Hauptschnitt parallel liegen, wie die basischen Endflächen der von den Nebenaren gebildeten Basis des Arensystems.

§. 253. Alle Formen, deren Flächen der Brachydiagonale parallel sind, faßt man als brachydiagonale Grenzreihe oder Nebenreihe zusammen. — In ganz entsprechender Weise, wie hier die Formen der brachydiagonalen Zwischen- und Nebenreihe abgeleitet wurden, lassen sich auch durch Veränderung der Makrodiagonale die Formen der makrodiagonalen Zwischen- und Nebenreihe ableiten, deren Zeichen in den beiden oberen Reihen des Tafel XXI. gegebenen Schema's enthalten sind. Die makrodiagonale Zwischenreihe enthält secundäre Pyramiden, $\breve{P}n$ und $m\breve{P}n$, und secundäre (vertikale) Prismen $\infty\breve{P}n$, die Endreihe makrodiagonale Domen (horizontale Prismen, welche auch als Querprismen bezeichnet werden) $\breve{P}\infty$ und $m\breve{P}\infty$, und die makrodiagonalen Endflächen $\infty\breve{P}\infty$ (Querflächen).

Das Schema Tafel XXI. enthält die Zeichen aller holoëdrischen Formen, welche in dem rhombischen Systeme überhaupt vorkommen können. Von geschlossenen Formen finden wir hier nur Pyramiden, von ungeschlossenen zeigen sich Prismen, die in der Richtung jeder Axe sich erstrecken können, und Endflächen, die an dem Ende jeder Axe auftreten können.

Bei der geringen Anzahl einfacher Formen in diesem Systeme, und da nur Eine Art von geschlossenen Formen vorkommen kann, ist die Zahl der Krystalle, die nur Eine Art von Flächen zeigen, sehr gering. Der bei gewöhnlicher Temperatur (aus Schwefelkohlenstoff oder Chlorschwefel z. B.) krystallisirte ebenso wie mancher natürlich vorkommende Schwefel zeigt eine rhombische Pyramide oft ganz selbstständig. Aber bei weitem die meisten rhombischen Krystalle sind Combinationen verschiedener Formen.

Combinationen der holoëdrischen Formen.

§. 254. Es können verschiedene rhombische Pyramiden unter sich zusammentreten, und namentlich kommen solche häufiger zusammen vor, in welchen das Verhältniß der

Digitized by Google

Nebenaren zu einander (alſo die Baſis) gleich iſt, wo aber die Hauptare verſchieden groß im Verhältniß zu den Nebenaren (oder zu der Baſis) iſt. An einer vorherrſchenden Pyramide bildet dann eine untergeordneter auftretende ſtumpfere Pyramide (eine ſolche mit relativ kürzerer Hauptare) Zuſpitzungen der Endecken, eine untergeordneter auftretende ſpitzere Pyramide hingegen Zuſchärfungen der Seitenkanten. Der erſtere Fall kommt häufiger vor, und meiſtens iſt die vorherrſchende Pyramide die Grundform P. So erſcheinen die Endecken der Grundform P des Schwefels (Fig. 250.) häufig zugeſpitzt durch Flächen einer Pyramide $\frac{1}{3}P$ (Fig. 251. zeigt dieſe Combination); ähnliches zeigt ſich an dem waſſerfreien ſchwefelſauren Natron (wie aus Fig. 281. erſichtlich iſt) und in vielen anderen Fällen.

Bei der Combination zweier Pyramiden, welche gleiche Baſis oder gleiches Verhältniß der Nebenaren haben und nur durch die relative Größe der Hauptare verſchieden ſind, liegen alle oberen Combinationskanten dem baſiſchen Hauptſchnitt parallel (alſo horizontal), und ebenſo alle unteren Combinationskanten. Je eine obere und eine untere Combinationskante ſind parallel. (Vergl. die eben angeführten Figuren.)

In entſprechender Weiſe wird die Grundform P durch Pyramiden abgeändert, welche ſich durch verſchiedene (relative) Größe der Makrodiagonale oder der Brachydiagonale von ihr unterſcheiden. Doch kommen dieſe Fälle ſeltener vor, denn wo ſich mehrere Pyramiden in Combination zeigen, ſtellt man wo möglich die eine als Grundform ſo, daß für die anderen daſſelbe Verhältniß der Nebenaren gilt, und nur die Größe der Hauptare abgeändert erſcheint. — Eine Pyramide $\breve{P}m$ $(m<1)$ würde an P Zuſpitzungen derjenigen Seitenecken hervorbringen, welche in dem makrodiagonalen Hauptſchnitt liegen; eine Pyramide $\bar{P}m$ $(m>1)$ Zuſchärfungen derjenigen Endkanten von P, welche in dem brachydiagonalen Hauptſchnitt liegen. — In entſprechender Weiſe würde $\breve{P}m$ Abänderungen an P hervorbringen, je nachdem $m<$ oder >1.

§. 255. Combiniren ſich zwei Pyramiden, oder überhaupt zwei einfache Formen des rhombiſchen Syſtems, ſo läßt ſich leicht erkennen, ob die Flächen von beiden Formen (gehörig vergrößert) zwei Aren in demſelben Verhältniß ſchneiden, und nur die dritte

Digitized by Google

anders, oder ob die Flächen beider Formen alle drei Aren in verschiedenen Verhältnissen schneiden; mit anderen Worten, ob für die beiden Formen das Verhältniß zweier Aren dasselbe, oder aller drei Aren verschieden ist. Folgende Regeln sind bei der Bestimmung von Combinationen des rhombischen Systems von der größten Wichtigkeit und fast steter Anwendung:

A) Für zwei Formen, deren Combinationskanten dem basischen Hauptschnitt parallel (also horizontal) sind, ist das Verhältniß der beiden Nebenaren zu einander dasselbe.

B) Für zwei Formen, deren Combinationskanten dem brachydiagonalen Hauptschnitt parallel sind, ist das Verhältniß der Hauptare zu der Brachydiagonale dasselbe.

C) Für zwei Formen, deren Combinationskanten dem makrodiagonalen Hauptschnitt parallel sind, ist das Verhältniß der Hauptare zu der Makrodiagonale dasselbe.

Findet man also zwei Pyramiden in Combination, wo einer dieser Fälle, was die Lage der Combinationskanten angeht, eintrifft, so ist leicht zu bestimmen, welche Aren in diesen beiden Pyramiden in demselben Verhältniß stehen, und welche Are in beiden relativ verschieden groß ist (den am häufigsten vorkommenden Fall, daß beide gleiches Verhältniß der Nebenaren haben, besprachen wir schon §. 254.). Sind hingegen zwei Pyramiden combinirt und es trifft kein einziger dieser Fälle ein (was gleichfalls, jedoch nicht häufig, vorkommt), so schneiden die Flächen der beiden Formen alle drei Aren in abweichenden Verhältnissen; wird die eine Pyramide als die Grundform, P, betrachtet, so ist die andere $m\breve{P}n$ oder $m\breve{P}n$, je nachdem der Gebrauch der einen oder der anderen dieser Formeln einfachere Zahlenwerthe für m und n ergiebt.

§. 256. Es combiniren sich weiter die rhombischen Pyramiden mit den Endflächen. Die basische Endfläche $0P$ stumpft die Endecken, die brachydiagonale Endfläche $\infty\breve{P}\infty$ stumpft die im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Seitenecken, und die makrodiagonale Endfläche $\infty\bar{P}\infty$ stumpft die in dem brachydiagonalen Hauptschnitt liegenden Seitenecken einer rhombischen Pyramide gerade ab (hinsichtlich einer ähnlichen Form vergl. §. 317.). Die Abstumpfungsflächen erscheinen alle als Rhomben.

Digitized by Google

Dieſe Combinationen zeigen ſich ſeltener ſo einfach, meiſtens noch begleitet von anderen Flächen. Fig. 252. zeigt das Auftreten von $0P$ an P, wie es bei dem Schwefel, Fig. 281. das Auftreten von $\infty \breve{P} \infty$, wie es bei dem waſſerfreien ſchwefelſauren Natron vorkommt. Die anderen in dieſen Figuren ſich zeigenden Flächen ſind zum Theil ſchon beſprochen (ſo die Flächen der ſtumpferen Pyramide $\frac{1}{3}P$ in §. 254.), zum Theil werden ſie noch erörtert werden.

Die Combinationskanten zwiſchen einer rhombiſchen Pyramide und $0P$ ſind dem baſiſchen Hauptſchnitt oder den Seitenkanten der Pyramide parallel, die Combinationskanten zwiſchen der Pyramide und $\infty \breve{P} \infty$ ſind den im brachydiagonalen Hauptſchnitt liegenden Endkanten, und die Combinationskanten zwiſchen der Pyramide und $\infty \bar{P} \infty$ den im makrodiagonalen Hauptſchnitt liegenden Endkanten der Pyramide parallel; alles dies den §. 255. mitgetheilten Geſetzen gemäß.

§. 257. Combinationen der verſchiedenen Endflächen unter einander können die vorwaltende oder alleinige Form an einem Kryſtall bilden. Wenn zwei der Endflächen, z. B. $\infty \breve{P} \infty$ und $\infty \bar{P} \infty$, vorwalten, ſo bilden ſie eine Form, die man mit einem quadratiſchen Prisma verwechſeln könnte. Sie unterſcheidet ſich von dieſem, inſofern an einem quadratiſchen Prisma die vier Flächen gleichartig ſind (in Beziehung auf Spaltbarkeit und in Beziehung darauf, wie andere Kryſtallflächen ſich ſymmetriſch zu ihnen an dem Kryſtall vorfinden), während an der durch $\infty \breve{P} \infty . \infty \bar{P} \infty$ gebildeten, dem quadratiſchen Prisma ähnlichen (manchmal auch als gerades rectanguläres Prisma bezeichneten) Form ſich nur je zwei gegenüberſtehende Flächen als gleichartig erweiſen. Man wird hiernach von einem Kryſtall, welcher das ungefähre Anſehen von Fig. 192. (Mod. 24) oder Fig. 282. (abgeſehen von den mit $\breve{P} \infty$ bezeichneten Flächen) hat, leicht urtheilen können, ob er in das quadratiſche oder in das rhombiſche Syſtem gehört. Im erſteren Falle verhalten ſich alle Kanten, welche durch das Zuſammentreffen zweier Pflächen gebildet werden, gleich (was die Größe des Winkels angeht, unter welchem die Flächen zuſammentreffen, und was die Veränderlichkeit durch andere Flächen betrifft), und ebenſo verhalten ſich die vier Flächen des Prisma's ganz gleich.

Digitized by Google

Im anderen Falle sind die Kanten, welche durch das Zusammenstoßen der Pflächen gebildet werden, zweierlei Art: die in Einem Durchschnitt (für Fig. 192. z. B. die nach vorn und hinten liegenden) anders, unter einem kleineren Winkel von den Flächen gebildet, als die in dem anderen Durchschnitt (neben) liegenden; schon ohne Messung erkennt man die Verschiedenheit manchmal, indem die in Einem Durchschnitt liegenden sämmtlich abgestumpft erscheinen, die im anderen nicht (wie in Fig. 282.); außerdem verhält sich dann von den vier rechtwinklig zu einander stehenden Flächen ($\infty \breve{P} \infty$ und $\infty \bar{P} \infty$) das eine Flächenpaar anders, als das andere. Ist der Krystall quadratisch, so muß jede Fläche P gegen die zwei anliegenden Flächen $\infty P \infty$ unter demselben Winkel geneigt sein; ist er rhombisch, so wird jede Fläche P gegen $\infty \breve{P} \infty$ unter einem anderen Winkel geneigt sein, als gegen $\infty \bar{P} \infty$.

§. 258. Wenn die drei Endflächen, $0P$, $\infty \bar{P} \infty$ und $\infty \breve{P} \infty$ zusammen vorherrschen, so entsteht eine Gestalt, welche mit dem Würfel oder mit der Combination eines quadratischen Prisma's und der Endfläche (vergl. §. 151.) Aehnlichkeit haben kann*). Verwechselung ist nicht gut möglich, wenn man bedenkt, daß in dieser rhombischen Combination $0P \cdot \infty \bar{P} \infty \cdot \infty \breve{P} \infty$ nur je zwei sich gegenüberliegende Flächen sich krystallographisch gleich verhalten, in der quadratischen Combination $\infty P \cdot 0P$ oder $\infty P \infty \cdot 0P$ hingegen die vier Prismaflächen unter sich gleich, und die zwei Endflächen anders, und endlich bei dem regulären Würfel alle sechs Flächen gleich. Die Spaltbarkeit giebt auch hier die Verschiedenheit der Flächen oft zu erkennen, wenn auch das andere sichere Kennzeichen mangelt, daß andere sich combinirende Formen krystallographisch gleiche Flächen in gleicher Weise verändern müssen. So zeigt der Anhydrit Spaltbarkeit nach $\infty \bar{P} \infty$, $\infty \breve{P} \infty$ und $0P$, und man kann so an ihm eine von dem Würfel in Beziehung auf die Dimensionen und die Neigung

*) Bei dem Vorherrschen Einer Art von Endflächen kann diese Combination einer quadratischen Tafel ähnlich sein. Das Vorherrschen zweier sich paralleler Endflächen kann in diesem Systeme tafelförmige Gestalten der Art hervorbringen, aber auch das Vorherrschen zweier sich paralleler Prismaflächen, da auch diese als rectanguläre Flächen auftreten können. Vgl. §. 151.

Digitized by Google

der Flächen nicht verschiedene Form durch Spaltung hervorbringen. Aber die Spaltbarkeit findet parallel $\infty \breve{P} \infty$ und $\infty \bar{P} \infty$ mit unverkennbar größerer Vollkommenheit statt, als parallel $0P$; $\infty \breve{P} \infty$ unterscheidet sich weniger deutlich von $\infty \bar{P} \infty$, doch zeigen sich erstere Spaltungsflächen bisweilen gestreift, letztere nie.

Wäre die Substanz, an welcher sich eine solche würfelähnliche Combination $0P . \infty \bar{P} \infty . \infty \breve{P} \infty$ fände, spaltbar nach der Grundform P, so ließen sich mittelst Spaltung die Combinationsecken jener Form durch ungleichseitige Dreiecke ersetzen (man vergleiche §. 152.). Wäre sie spaltbar nach ∞P, so würden die Combinationskanten zwischen $\infty \breve{P} \infty$ und $\infty \bar{P} \infty$ schief abgestumpft werden.

§. 259. Sehr häufig sind Combinationen der Pyramiden mit den Prismen, namentlich die der Grundform P mit dem vertikalen Hauptprisma ∞P. Letzteres stumpft dann die Seitenkanten von P gerade ab (wie aus Fig. 281., einer Form des wasserfreien schwefelsauren Natrons, zu ersehen ist), oder bei vorwaltendem Prisma bilden die Flächen von P Zuspitzungen an den Enden des Prisma's, wobei die Zuspitzungsflächen auf die Prismaflächen aufgesetzt und ungleichseitige Dreiecke sind (Fig. 253., Zinkvitriol *).

Wenn bei einer solchen Combination die Makro- und die Brachydiagonale nur unbedeutend in der Größe differiren, so ist das Prisma nahezu rechtwinklig, und an der Pyramide sind dann die im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Endkanten nur unbedeutend von den in dem brachydiagonalen liegenden der Größe nach verschieden. Die Pyramidenflächen sind dann oft dem bloßen Augenmaße nach nicht von gleichschenkligen Dreiecken zu unterscheiden, und die ganze Krystallform kann der quadratischen Combination $P . \infty P$ (Fig. 175., Mod. 23) sehr ähnlich erscheinen. Es ist dies z. B. bei dem Zinkvitriol (Fig. 253.) der Fall, wo das Größenverhältniß der Makrodiagonale zu der Brachydiagonale $= 1 : 0{,}989$; der Endkantenwinkel der Grundform ist in dem brachydiagonalen Hauptschnitt $127°22'$, in dem

*) Modell 38 zeigt die Combination $\infty P . P$ nach den Axendimensionen welche für den Topas gültig sind.

Digitized by Google

makrodiagonalen 126°48′; der Kantenwinkel des Prisma's ∞P ist in dem brachydiagonalen Hauptschnitt 90°38′, in dem makrodiagonalen 89°22′, also sehr wenig von einem rechten abweichend. Daß der Zinkvitriol rhombisch und nicht quadratisch krystallisirt, giebt sich, abgesehen von dem Resultat der Winkelmessungen, in folgender Weise unzweifelhaft zu erkennen. An der vorwaltenden Form $\infty P . P$ (Fig. 253.), welche man dem bloßen Augenmaß nach auch für quadratisch halten könnte, zeigen sich oft die im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten des Prisma's und der Pyramide abgestumpft (wie in Fig. 254.), ohne daß die im brachydiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten dieselbe Veränderung zeigen. Es deutet dies schon darauf hin, daß das Prisma nicht einerlei Kanten hat, nicht ein quadratisches ist, sondern ein rhombisches, und daß die Endkanten der Pyramide nicht alle krystallographisch gleichartig sind, wie es bei einer quadratischen Pyramide sein müßte, sondern zweierlei Art, einer rhombischen Pyramide entsprechend. Doch könnte dies vielleicht als auf einem Zufall der unregelmäßigen Ausbildung beruhend betrachtet werden, aber folgende Wahrnehmungen lassen keinen Zweifel zu. An dem Prisma ∞P in Fig. 253. lassen sich die schärferen (in der Figur vorn und hinten liegenden) Kanten mit Leichtigkeit abspalten, und so die Flächen hervorbringen, welche in Fig. 254. mit $\infty \breve{P} \infty$ bezeichnet sind, während die anderen (in Fig. 253. neben liegenden) Kanten nicht abspaltbar sind. Es entscheidet dieses bestimmt, daß das Prisma nicht ein quadratisches ist. An der Pyramide lassen sich, obgleich weniger vollkommen, die stumpferen (in Fig. 253. neben liegenden) Endkanten mittelst Spaltung durch Flächen ersetzen, die anderen aber nicht, was ebenso ausweis't, daß die Pyramide keine quadratische ist.

§. 260. Das vertikale Hauptprisma ∞P stumpft also die Seitenkanten der Grundform P (und ebenso einer anderen Pyramide der Hauptreihe, mP im Allgemeinen) gerade ab. Anders combinirt sich mit der vorwaltenden Grundform ein secundäres Prisma $\infty \bar{P} m$ oder $\infty \breve{P} m$. Ist $m > 1$, so bildet $\infty \breve{P} m$ Zuschärfungen an denjenigen Seitenecken der Grundform, welche im makrodiagonalen Hauptschnitt liegen (Fig. 257. zeigt eine solche Combination $P . \infty \breve{P} 2$ des schwefelsauren Kali's), und $\infty \bar{P} m$

Digitized by Google

eben solche an den im brachydiagonalen Hauptschnitt liegenden Seitenecken (Fig. 287. zeigt eine Form des salpetersauren Silberoxyds; an der Grundform P, deren Endecken außerdem durch die Flächen $0P$ stark abgestumpft sind, bringt $\infty \breve{P} 2$ diese Zuschärfung hervor).

Fig. 54. zeigt den vorderen Theil eines rhombischen Arensystems in den Dimensionen, wie sie für das schwefelsaure Kali gültig sind; die Linien, welche die Endpunkte dieser Aren verbinden, begrenzen die vorderen Flächen der Grundform P. Diese Flächen schneiden also die Brachydiagonale, Makrodiagonale und Hauptare in dem Normalverhältniß $a : b : c$ (und zwar 0,7464 : 1 : 0,5727). Mit dieser Grundform tritt nun häufig das vertikale Prisma $\infty \breve{P} 2$ in Combination, dessen Flächen also gehen in der Richtung von $2a$ auf der Brachydiagonale nach b auf der Makrodiagonale und parallel mit der Hauptare; oder, was dasselbe ist, von a auf der Brachydiagonale nach $\frac{1}{2}b$ auf der Makrodiagonale und parallel mit der Hauptare. Schneiden die Flächen von $\infty \breve{P} 2$ sich wirklich genau in a und in $\frac{1}{2}b$ (der Grundform P), so entsteht die in Fig. 54. durch die stärkeren Linien dargestellte Form; herrscht P mehr vor, so zeigt die Combination den in Fig. 257., herrscht $\infty \breve{P} 2$ mehr vor, den in Fig. 258. dargestellten Habitus *). Bei allen diesen Combinationen sind die Combinationskanten nicht parallel mit dem basischen Hauptschnitt (oder eine obere und eine untere Combinationskante sind nicht parallel); es kann dies nicht der Fall sein, weil bei P und $\infty \breve{P} 2$ das Verhältniß der Nebenaren ein verschiedenes ist (vergl. §. 255.).

Die Combination $P . \infty \breve{P} 2$ im Gleichgewicht (Fig. 54.) kann große Aehnlichkeit mit einer heragonalen Pyramide haben, wie denn auch zum Beispiel bei dem schwefelsauren Kali erstere Combination oft für letztere einfache Form gehalten wurde. Daß sich an ersterer zweierlei Flächen vorfinden und daß sie also keine heragonale Pyramide ist, erkennt man einmal daran, daß die Flächen von $\infty \breve{P} 2$ an anderen Krystallen derselben Substanz oft auffallend, aber regelmäßig, untergeordnet (wie in Fig. 257.)

*) Modell 41 zeigt P (von den Arendimensionen des Topases) in Combination mit $\infty \breve{P} 2$.

Digitized by Google

oder vorherrschend (wie in Fig. 258.) sich zeigen. Sodann daran, daß die sechs Kanten (die Fig. 54. in dem makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden), welche man für die Seitenkanten der hexagonalen Pyramide halten möchte, keineswegs unter sich gleichartig sind; vier von ihnen sind im makrodiagonalen Hauptschnitt liegende Endkanten von P, die zwei anderen aber in diesem Hauptschnitt liegende Kanten von $\infty \breve{P} 2$; die durch je zwei Flächen von $\infty \breve{P} 2$ gebildeten Kanten lassen sich mittelst Spaltung durch eine Fläche ersetzen, die durch je zwei Flächen von P gebildeten aber nicht, und in den ersteren stoßen die Flächen unter 112°22′, in den letzteren unter 112°41′ zusammen. Ebenso sind die zwölf Kanten, welche man für Endkanten der hexagonalen Pyramide halten möchte, nicht gleichartig, sondern vier sind Endkanten von P, welche im brachydiagonalen Hauptschnitt liegen, und acht sind Combinationskanten zwischen P und $\infty \breve{P} 2$. Die Flächen einer solchen Combination sind auch nicht sämmtlich gleichschenklige Dreiecke, wie dies bei einer hexagonalen Pyramide der Fall sein müßte, sondern acht ungleichseitige (P) und vier gleichschenklige ($\infty \breve{P} 2$).

(Hinsichtlich der Combination von P mit $\infty \breve{P} m$ oder $\infty \bar{P} m$ vergl. noch die Note zu §. 275., hinsichtlich einer möglichen Verwechselung solcher Formen §. 337.).

§. 261. Häufig kommen auch Pyramiden mit horizontalen Prismen oder Domen combinirt vor. Das brachydiagonale Doma, dessen Flächen die Makrodiagonale und die Hauptaxe in demselben Verhältniß schneiden, wie es die Flächen einer Pyramide thun, stumpft die im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Endkanten dieser Pyramide gerade ab. So zeigt sich namentlich häufig $\breve{P} \infty$, diese Endkanten an der Grundform P abstumpfend. Nimmt man an den Krystallen des Schwefels (Fig. 250. Mod. 36) die längste Axe der Pyramide zur Hauptaxe, so gehören die häufig vorkommenden Abstumpfungsflächen der im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Endkanten dem Doma $\breve{P} \infty$ an (vergl. Fig. 252.; Mod. 37 zeigt diese Combination $P . \breve{P} \infty$ für sich). Ebenso findet am Zinkvitriol (Fig. 254.), am schwefelsauren Kali (Fig. 262.), am salpetersauren Uranoxyd (Fig. 282.) und vielen

Digitized by Google

anderen Substanzen die Abstumpfung dieser Endkanten durch $\breve{P}\infty$ häufig statt.

Wie die im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Endkanten an P durch $\breve{P}\infty$ gerade abgestumpft werden, so werden es dieselben an $2P$ durch $2\breve{P}\infty$, die an mP durch $m\breve{P}\infty$. Ganz allgemein stumpft ein brachydiagonales Doma die im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Endkanten jeder solchen Pyramide gerade, mit parallelen Combinationskanten, ab, für welche das Verhältniß der Makrodiagonale zur Hauptare dasselbe ist, wie für jenes Doma.

§. 262. Ein flacheres brachydiagonales Doma (ein solches, für welches die Hauptare im Verhältniß zur Makrodiagonale kürzer ist) ersetzt gleichfalls in Combination mit einer Pyramide die im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Endkanten derselben (theilweise oder ganz), bringt aber nicht parallele Combinationskanten hervor, sondern nach den Endecken der Pyramide zu divergirende. So zeigt sich in Fig. 283., einer Form des wasserhaltigen Chlorbaryums, das brachydiagonale Doma $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ an der Stelle dieser Endkanten der Grundform P (deren Endecken außerdem durch $0P$ und deren Seitenkanten durch ∞P abgestumpft sind, abgesehen von den nachher, §. 263., zu besprechenden Flächen $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$).

Ein schärferes brachydiagonales Doma bringt an einer Pyramide, unter Ersetzung derselben Endkanten, Combinationskanten hervor, welche nach den Endecken zu convergirend sind. So $2\breve{P}\infty$ an P in der Fig. 280. dargestellten Combination des Topases.

Die Combination einer Pyramide mit einem schärferen brachydiagonalen Doma im Gleichgewicht kann gleichfalls einer hexagonalen Pyramide sehr ähnlich sehen. Fig. 263. zeigt eine solche, wie sie sich zuweilen an dem Salpeter findet. Die Unterscheidung beider ähnlicher Krystallformen geschieht wieder in derselben Weise, wie in dem §. 260. besprochenen analogen Falle. An dem Fig. 263. dargestellten Salpeterkrystall sind die sechs Kanten, welche man für Seitenkanten der hexagonalen Pyramide halten könnte, nicht gleichartig, sondern in zwei derselben stoßen je zwei Flächen $2\breve{P}\infty$ unter 109^{0}, in den vier anderen je zwei Flächen P unter $108^{0}12'$ zusammen; von den zwölf Kanten, welche man für Endkanten der hexagonalen Pyramide halten könnte,

Digitized by Google

sind vier die im brachydiagonalen Hauptschnitt liegenden Endkanten von P, und in ihnen stoßen je zwei Flächen P unter 131°27′ zusammen, die acht anderen aber sind Combinationskanten zwischen $2\breve{P}\infty$ und P, und diese Flächen sind in ihnen unter 132°28′ gegen einander geneigt.

§. 263. Entsprechend wie die brachydiagonalen combiniren sich die makrodiagonalen Domen mit den Pyramiden. Sie ersetzen die im brachydiagonalen Hauptschnitt liegenden Endkanten derselben, und zwar mit parallelen Combinationskanten, wenn für das makrodiagonale Doma und die Pyramide das Verhältniß zwischen der Hauptaxe und der Brachydiagonale dasselbe ist (in Fig. 271., einer Form des Schwerspaths, zeigen sich die Flächen von P nur sehr untergeordnet, aber doch die im brachydiagonalen Hauptschnitt liegenden Endkanten deutlich gerade abgestumpft; die abstumpfende Form ist also $\bar{P}\infty$); mit nach den Enden des Krystalls zu divergirenden Combinationskanten, wenn das makrodiagonale Doma stumpfer (seine Hauptaxe im Verhältniß zur Brachydiagonale kleiner) ist, als die Pyramide (so zeigt sich $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ an der Fig. 283. dargestellten Form des wasserhaltigen Chlorbaryums); mit nach den Enden des Krystalls zu convergirenden Combinationskanten, wenn das makrodiagonale Doma schärfer ist, als die Pyramide.

§. 264. Unter den Combinationen der Prismen oder Domen und der Endflächen wird die eines Prisma's ∞P mit der basischen Endfläche $0P$ oft als gerade rhombische Säule (wenn ∞P vorherrscht) oder als rhombische Tafel (wenn $0P$ vorherrscht*) schlechtweg bezeichnet (Fig. 413., wenn man sich das Prisma oben und unten durch eine beiden Nebenaxen parallele Fläche begrenzt denkt). (Hinsichtlich der Verwechslung einer solchen Combination $\infty P . 0P$, wenn sie verzerrt ist, vergl.

*) Als rhombische Tafeln werden häufig sehr verschiedenartige Formen bezeichnet, welche nur gemeinsam haben, daß sie dünn und durch zwei parallele rhombische Flächen vorherrschend begrenzt sind. Den Habitus einer rhombischen Tafel kann z. B. ein Rhombendodekaeder haben, wenn der Krystall zwischen zwei parallelen Flächen sehr verkürzt (platt gedrückt) ist, oder eine quadratische Combination (vergl. §. 158.), oder eine monoklinometrische (vergl. §. 333.).

Digitized by Google

§. 278. u. 315.). — Die makrodiagonale Endfläche $\infty \bar{P} \infty$ stumpft die im brachydiagonalen Hauptschnitt liegenden Prismakanten gerade ab, die brachydiagonale Endfläche $\infty \breve{P} \infty$ die im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden. Letzteres zeigt z. B. Fig. 276., eine Form des Grauspießglanzerzes: $P \,.\, \infty P \,.\, \infty \breve{P} \infty$ *).

Die Combination eines Prisma's ∞P und der brachydiagonalen Endfläche $\infty \breve{P} \infty$ kann das Ansehen des heragonalen Prisma's haben, wenn die im brachydiagonalen Hauptschnitt liegenden Prismakanten etwa 120° messen, und ∞P und $\infty \breve{P} \infty$ ungefähr gleich groß auftreten. Diese Combination zeigt sich so namentlich an dem Arragonit (Fig. 288.), an dem Salpeter (Fig. 264. u. 265.) u. a. Fig. 55. zeigt die Nebenaren des Salpeters ($a : b = 0{,}59 : 1$) im Grundriß, die Basis des Prisma's ∞P angedeutet, und den basischen Durchschnitt durch die Combination $\infty P \,.\, \infty \breve{P} \infty$ im Gleichgewicht in den stärkeren Linien dargestellt. Die Combination unterscheidet sich von dem heragonalen Prisma einmal dadurch, daß an letzterem die Flächen in allen 6 Kanten unter demselben Winkel (120°) zusammenstoßen, während an der ersteren Combination sie in den 2 Prismakanten (y, Fig. 55.) unter einem anderen Winkel zusammenstoßen, als in den 4 Combinationskanten zwischen ∞P und $\infty \breve{P} \infty$ (x). Für die ersteren zwei Kanten ist z. B. bei dem Salpeter der Flächenwinkel 119°, für die letzteren vier ist er 120°30′. Sodann dadurch, daß die Flächen ∞P und $\infty \breve{P} \infty$ sich auch krystallographisch verschieden verhalten, indem sonstige vorkommende einfache Formen ganz anders gegen ∞P als gegen $\infty \breve{P} \infty$ liegend auftreten (vergl. Fig. 265., eine Form des Salpeters, und Fig. 288., eine Form des Arragonits **). Aber auch wenn andere unterscheidende Flächen fehlen, wenn an einem Krystallfragment nur sechs in Einer Zone liegende Flächen von dem Querschnitt Fig. 55. etwa vorhanden sind, oder wenn die Endflächen $0P$ den Krystall an den Enden begrenzen, läßt sich oft ohne Winkelmessung angeben, ob die Krystallform heragonal oder rhombisch ist. Sie ist das erstere, wenn z. B. parallel allen

*) Modell 38 zeigt eine Combination $P \,.\, \infty P$ mit den Arendimensionen des Topases, Modell 39 $P \,.\, \infty P \,.\, \infty \breve{P} \infty$.

**) Dasselbe lassen die Modelle 39 und 44 erkennen.

Digitized by Google

Flächen sich Theilbarkeit in ganz gleichem Grade zeigt; sie ist das letztere, wenn nur parallel 2 sich gegenüberliegenden Flächen ($\infty \breve{P} \infty$, wie bei dem Arragonit) oder nur parallel den 4 anderen Flächen (∞P) sich Spaltbarkeit zeigt, oder bei diesen zweierlei Flächen in deutlich verschiedenem Grade.

§. 265. An einem brachydiagonalen Doma $m \breve{P} \infty$ stumpft die basische Endfläche $0P$ die Kanten ab, durch welche die Hauptaxe, die brachydiagonale Endfläche $\infty \breve{P} \infty$ die Kanten, durch welche die Makrodiagonale hindurchgeht. Auch die in dieser letztern Combination enthaltenen Flächen können zusammen dem hexagonalen Prisma ähnlich sehen, wie z. B. $\breve{P}\infty . \infty \breve{P} \infty$ in Fig. 259., einer Form des schwefelsauren Kali's. In den Kanten, durch welche die Hauptaxe hindurchgeht, stoßen hier je zwei Flächen $\breve{P} \infty$ unter 120°24′ zusammen, in den Combinationskanten hingegen sind $\breve{P} \infty$ und $\infty \breve{P} \infty$ unter 119°48′ zu einander geneigt; parallel den Flächen $\infty \breve{P} \infty$ findet Spaltbarkeit statt, parallel den Flächen $\breve{P} \infty$ aber nicht. Alles dieses unterscheidet auch diese Combination sehr bestimmt von dem hexagonalen Prisma.

An einem makrodiagonalen Doma, $m \bar{P} \infty$, werden die Kanten durch $0P$ und $\infty \bar{P} \infty$ abgestumpft; hinsichtlich dieser Combinationen bedarf es nach dem Vorhergehenden keiner besonderen Erörterung.

§. 266. Wir haben endlich noch die Combinationen der Prismen und Domen unter sich zu betrachten.

An dem Hauptprisma ∞P bildet ein Prisma $\infty \breve{P} m$ ($m > 1$) Zuschärfungen der im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten. Fig. 53. zeigt im Grundriß die Nebenaxen, wie sie für den Topas gültig sind ($a : b = 0{,}53 : 1$), die Querschnitte des Prisma's ∞P (dessen Flächen in der Richtung $a : b$ liegen) und des Prisma's $\infty \breve{P} 2$ (dessen Flächen in der Richtung $2a : b$ liegen) angedeutet, und den Querschnitt der Combination beider Formen in den stärkeren Linien dargestellt. Fig. 279. zeigt eine am Topas häufig vorkommende Combination vollständig. Die Pyramide P ist die Grundform; sie wird so gestellt, daß die Hauptaxe den vorhandenen Prismenflächen parallel geht, und daß die schärferen Endkanten in einer auf den Beobachter zu gerichteten Ebene liegen (oder daß die Makrodiagonale auf den Beobachter zu gerichtet ist).

Digitized by Google

Dann bestimmen sich die 4 Flächen des einen Prisma's, welche die Seitenkanten von P gerade abstumpfen (wo die Combinationskanten horizontal, oder je eine obere und eine untere parallel sind), als ∞P, die 4 anderen Prismenflächen aber als $\infty \breve{P} m$ (wo $m > 1$), weil sie Zuschärfungen an den vorderen (im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden) Kanten des Prisma's ∞P bilden*). Daß für das Prisma $\infty \breve{P} m$ $m = 2$ ist, muß durch Winkelmessung und Berechnung ermittelt werden. Daß es in Beziehung auf die Grundform P ein secundäres Prisma, nicht das Hauptprisma ∞P ist, ergiebt sich aus der Lage seiner Combinationskanten zu P, welche nicht horizontal sind; das Prisma $\infty \breve{P} 2$ würde aber mit einer Pyramide $m \breve{P} 2$ horizontale Combinationskanten bilden.

Ein vertikales Prisma $\infty \bar{P} m$ ($m > 1$) bringt am Hauptprisma ∞P ebenso Zuschärfung derjenigen Kanten hervor, welche im brachydiagonalen Hauptschnitt liegen.

Durch das gemeinschaftliche Auftreten mehrerer vertikaler Prismen und der Endflächen $\infty \breve{P} \infty$ und $\infty \bar{P} \infty$ kann ein rhombischer Krystall fast abgerundet säulenförmig erscheinen. Dies ist oft der Fall bei dem Seignettesalz (weinsteinsaurem Natronkali), wo die Säule gewöhnlich gebildet wird durch $\infty P . \infty \bar{P} 2 . \infty \breve{P} \infty . \infty \bar{P} \infty$. Fig. 270. stellt diese Formen in Verbindung mit anderen Flächen (vergl. §. 272.) perspectivisch, Fig. 56. im basischen Querschnitt dar, (das Verhältniß der Brachydiagonale zur Makrodiagonale ist bei diesem Salz wie 0,83 : 1).

§. 267. In ähnlicher Weise combiniren sich die verschiedenen brachydiagonalen Domen unter einander, und ebenso die verschiedenen makrodiagonalen. Irgend ein brachydiagonales (oder makrodiagonales) Doma wird an denjenigen Kanten, durch welche die Hauptare geht, zugeschärft werden durch ein stumpferes (mit relativ kleinerer Hauptare versehenes), an den Kanten, durch welche die Nebenare geht, hingegen durch ein schärferes Doma derselben Art. — Die Combinationskanten zwischen $\breve{P} \infty$ und $\infty \breve{P} \infty$ der Fig. 270. dargestellten Form des Seignettesalzes sind abgestumpft durch ein schärferes brachydiagonales Doma, $2 \breve{P} \infty$;

*) Modell 38 zeigt $P . \infty P$ für Topas, Modell 40 $P . \infty P . \infty \breve{P} 2$; werden in letzterer Combination die Flächen $\infty \breve{P} 2$ so vorherrschend, daß sie ∞P ganz verdrängen, so entsteht die Form Modell 41, $P . \infty \breve{P} 2$.

Digitized by Google

wären die Combinationskanten zwischen $\breve{P}\infty$ und $0P$ abgestumpft, so gehörten die Abstumpfungsflächen zu einem stumpferen brachydiagonalen Doma ($m\breve{P}\infty$, wo $m<1$).

§. 268. An den Enden eines vertikalen Prisma's bildet ein brachydiagonales Doma Zuschärfungen, wobei die Zuschärfungsflächen auf den im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Prismakanten*) gerade aufgesetzt sind; und ein makrodiagonales Doma bildet daran Zuschärfungen, wobei die Zuschärfungsflächen auf den im brachydiagonalen Hauptschnitt liegenden Prismakanten gerade aufgesetzt sind. Fig. 277. zeigt als Beispiel für das erstere die Combination $\infty P.\breve{P}\infty$, welche an dem sauren äpfelsauren Kalk vorkommt; Fig. 278. für das letztere die Combination $\infty P.\bar{P}\infty$, die gewöhnliche Form des ameisensauren Baryts. Auch verschiedene Domen derselben Art können sich mit einem vertikalen Prisma in Combination finden; Fig. 268. zeigt eine Form des Salpeters: $\infty P.\infty\breve{P}\infty.\breve{P}\infty.2\breve{P}\infty$, Fig. 261. eine des schwefelsauren Kali's: $P.\infty\breve{P}2.\breve{P}\infty.3\breve{P}\infty$.

Denkt man sich in Fig. 277. oder 278. die Flächen der horizontalen Domen ($\breve{P}\infty$ oder $\bar{P}\infty$) vorherrschender werden, so daß sich die oberen und die unteren Flächen in Punkten berühren, so entstehen Formen, welche man früher als Rektangulär-Oktaëder bezeichnete, nämlich als pyramidenförmige Gestalten, deren Basis ein Rechteck sei. Daß eine solche Gestalt keine einfache Form ist, ergiebt sich schon daraus, daß ihre 8 Flächen nicht sämmtlich gleichartig sind. Alle Flächen sind zwar gleichschenklige Dreiecke, aber 4 (zu dem Prisma gehörige) sind von den anderen 4 (zu dem Doma gehörigen) den Winkeln nach verschieden. Ebenso sind die vier Kanten, welche die rektanguläre Basis der anscheinenden Pyramide bilden, nicht gleichartig; zwei sich gegenüber liegende lassen sich z. B. mittelst Spaltung durch Flächen ersetzen, ohne daß an den zwei zwischenliegenden dasselbe in gleicher Weise ausführbar ist, und die Flächen stoßen in den ersteren unter einem anderen Winkel zusammen als in den letzteren. Diese Merkmale reichen hin, die pyramidenähnliche Combination eines vertikalen Prisma's und eines Doma's von dem Regulär-Oktaëder

*) Oder auf den sie ersetzenden Flächen $\infty\breve{P}\infty$. Modell 44 zeigt eine gewöhnliche Form des Arragonits: $\infty P.\infty\breve{P}\infty.\breve{P}\infty$.

Digitized by Google

oder einer quadratiſchen Pyramide, womit man ſie verwechſeln könnte, mit Sicherheit unterſcheiden zu laſſen.

Auch zwei Domen (ein makrodiagonales und ein brachydiagonales) können eine ſolche pyramidenähnliche Combination mit rektangulärer Baſis hervorbringen; denkt man ſich in Fig. 275., einer Form des Schwerſpaths, die Flächen $\infty \breve{P} 2$ weg, und die von $\bar{P}\infty$ ſo vergrößert, daß ſich die rechts und (in der Zeichnung nicht ſichtbaren) links liegenden in Punkten berühren, ſo entſteht gleichfalls eine ſolche Combination, welche von dem Oktaëder oder einer Pyramide zu unterſcheiden und überhaupt als eine nicht einfache Form zu erkennen, nach dem Vorhergehenden leicht iſt.

Uebrigens iſt es gewiſſermaßen zufällig, wenn ein Prisma und ein Doma, oder zwei Domen, in dieſer Art im Gleichgewicht auftreten. Meiſt herrſchen die Flächen Einer einfachen Form in dieſen Combinationen ſo vor, daß der rhombiſche Charakter derſelben ſchon dadurch wahrſcheinlich wird (vergl. indeß §. 84. und §. 159.).

§. 269. Endlich finden ſich noch Combinationen von vertikalen Prismen mit brachydiagonalen und mit makrodiagonalen Domen. Fig. 285. zeigt eine ſolche an der Citronenſäure vorkommende Form $\infty P . \breve{P}\infty . \bar{P}\infty$. In dieſer Figur ſind $\breve{P}\infty$ und $\bar{P}\infty$ im Gleichgewicht gezeichnet; eine ſolche Combination könnte (wenn die Winkel von ∞P wenig von 90^0 abweichen), verwechſelt werden mit $P . \infty P\infty$ des quadratiſchen Syſtems (Fig. 192.) oder $P . \infty \breve{P}\infty . \infty \bar{P}\infty$ des rhombiſchen (Fig. 282. ohne $\breve{P}\infty$). Es iſt leicht einzuſehen, welche Flächen und Kanten der zweifelhaften Form in dem einen oder dem anderen dieſer Fälle gleichartig ſein müßten, und wie ſich hiernach das Syſtem, in welches ſie gehört, beſtimmt.

Meiſtens zeigen ſich in einer ſolchen Combination alle drei einfache Formen in verſchiedener Ausdehnung*). Zeigten ſie ſich ſämmtlich im Gleichgewicht (d. h. wären in Fig. 285. die Flächen ∞P weniger vorherrſchend, ſo daß die oberen und die unteren Flächen $\breve{P}\infty$ oder $\bar{P}\infty$ ſich in Punkten berührten), ſo könnte die

*) Modell 42 zeigt (für die Axenverhältniſſe des Topaſes und ſich an Modell 38 bis 41 anſchließend) eine Combination $\infty P . \bar{P}\infty . \breve{P}\infty$, wenn das an ihr am meiſten vorherrſchende Prisma als ∞P angenommen wird.

Digitized by Google

Combination, außer mit den eben genannten Formen des quadratischen und des rhombischen Systems, vielleicht mit dem regulären Rhombendodekaëder Aehnlichkeit haben, würde sich aber auch durch die Ungleichartigkeit der Flächen und der Kanten, welche bei dem Rhombendodekaëder gleichartig sind, von diesem bestimmt unterscheiden lassen.

Wenn mit einem Prisma ∞P zwei verschiedene Domen, die wir allgemein als $m\bar{P}\infty$ und $n\breve{P}\infty$ bezeichnen können, combinirt sind, so läßt sich leicht erkennen, ob für sie $m=n$ ist, oder nicht. Im ersteren Fall erscheinen die Flächen des untergeordneteren Doma's (oder beider, wenn sie im Gleichgewicht auftreten) als Rhomben, oder jede Domafläche bildet nach dem anderen Doma und nach dem Prisma ∞P zu parallele Combinationskanten (vergl. Fig. 285., welche $\infty P.\breve{P}\infty.\bar{P}\infty$ für Citronensäure, oder Modell 42, welches $\infty P.\bar{P}\infty.\breve{P}\infty$ vorstellt. In beiden Beispielen ist für die Domen $m\bar{P}\infty$ und $n\breve{P}\infty$ $m=n$, nämlich $=1$). Im anderen Fall findet dieser Kantenparallelismus nicht statt.

§. 270. An sehr vielen rhombischen Krystallen finden sich Pyramiden, Endflächen, Prismen und Domen mit einander. Die Entwickelung dieser Combinationen wird nach dem Vorhergehenden leicht sein*). Rhombische Combinationen sind am ersten mit monoklinometrischen zu verwechseln; über die Unterscheidung beider wird §. 324. und an einzelnen Beispielen (§. 313., 326., 327.) gehandelt werden. Für einige zusammengesetztere Gestalten wollen wir hier noch die Bestimmung der einfachen Formen kurz durchgehen. Zuvor mag noch Einiges darüber bemerkt werden, welche Are man im Allgemeinen als Hauptare und welche Arendimensionen man als die für die Grundform gültigen nehmen soll.

Während in dem quadratischen und dem heragonalen System — den Systemen mit absoluter Hauptare (§. 46.) — die Natur selbst diese zu erkennen giebt, indem hier die Flächen in Beziehung auf die Hauptare unverkennbar vorzugsweise symmetrisch geord-

*) Der Anfänger wird wohl thun, jedes Modell in der Art dreimal zu bestimmen, daß er nach einander jede Are als die Hauptare annimmt.

Digitized by Google

net sind, beruht die Annahme der Hauptaxe in dem rhombischen System auf Willkür; keine der drei Axen ist hier an und für sich vor den anderen ausgezeichnet, und an derselben Substanz betrachten deshalb auch manchmal verschiedene Beobachter verschiedene Axen als die Hauptaxe. Es ist dies von weniger Bedeutung, denn bei der Beschreibung von Krystallen muß man immer angeben, wie man sich die Axen gestellt denkt und welches Größenverhältniß man der Grundform beilegt, und während der ganzen Betrachtung muß natürlich diese Voraussetzung ungeändert bleiben.

Wo sich an einer rhombisch krystallisirten Substanz Pyramidenflächen vorfinden, betrachtet man diese als Flächen der Grundform. Wo sich mehrere Pyramiden zeigen, betrachtet man die vorherrschendere als Grundform, wenn nicht die meisten anderen vorkommenden Flächen sich einfacher auf eine andere beziehen lassen. In vielen Fällen werden rhombische Krystalle nur von Prismen und Domen begrenzt; alsdann betrachtet man die vorherrschenden Flächen als zu dem Prisma oder zu den Domen mit der einfachsten Bezeichnung (∞P, $\breve{P}\infty$ oder $\bar{P}\infty$) gehörig, bestimmt unter dieser Voraussetzung die Axendimensionen der Grundform, und sieht dann, in welcher Beziehung zu dieser die untergeordneteren Flächen stehen.

Als Hauptaxe wird man meistens am besten diejenige wählen, in deren Richtung ein Krystall vorzugsweise ausgebildet ist, oder parallel welcher sich die meisten Kanten befinden; auch danach richtet man sich manchmal, an welchem Ende Krystalle aufgewachsen zu sein pflegen, indem man das vollständig ausgebildete Ende gern als das obere betrachtet. Zeigt eine Substanz nur Pyramidenflächen, so werden diese natürlich als zu P gehörig betrachtet, und die zwei Axen, welche sich hinsichtlich der Größe am nächsten gleichkommen, zweckmäßig als die Nebenaxen, die hinsichtlich der Größe am auffallendsten verschiedene aber als die Hauptaxe genommen. Zeigt sie Flächen mehrerer Pyramiden, und sind die Combinationskanten von diesen sich parallel, so stellt man den Krystall so, daß sich die vorherrschende Pyramide als P, die untergeordnetere als mP betrachten läßt. Zeigt ein Krystall nur Eine Pyramide und Eine Art von Endflächen, oder Spaltbarkeit parallel der letzteren, so stellt man ihn am einfach-

Digitized by Google

sten so, daß letztere als $0P$ zu bestimmen ist; zeigt er außer einer Pyramide zwei Arten von Endflächen, so erscheint er symmetrischer gestellt, wenn man die eine als $\infty \breve{P} \infty$, die andere als $\infty \bar{P} \infty$ deutet.

§. 271. Wo an einem rhombischen Krystall Prismaflächen auftreten, nimmt man in der Regel die Are, welcher diese Flächen parallel sind, als Hauptare; wo sich Prismen in der Richtung mehrerer Aren finden, diejenige, parallel welcher die Flächen am größten ausgebildet sind. Bei der Fig. 253. dargestellten Form des Zinkvitriols ist es am natürlichsten, das einzige hier auftretende Prisma als das vertikale Hauptprisma ∞P zu betrachten; dieselbe Stellung giebt man dann auch den Zinkvitriolkrystallen Fig. 254., namentlich da auch an ihnen dieselben Prismaflächen vorherrschend sind. Selbst wenn nur letztere Form dieser Substanz bekannt wäre, würde man doch als Hauptare diejenige betrachten, welcher die mit ∞P bezeichneten Flächen parallel sind; nicht etwa die, welcher die mit $\breve{P} \infty$ bezeichneten parallel sind, da diese nur untergeordnet auftreten.

Krystalle, wie die Fig. 252. dargestellte Form des Schwefels, welche mehrere Pyramiden und außerdem prismatische (einer Are parallel gehende) Flächen haben, stellt man in Rücksicht auf die Pyramiden (wie oben §. 270. angegeben), und nicht in Rücksicht auf die prismatischen Flächen, wenn auch bei der Stellung des Krystalls nach ersterer Rücksicht das Prisma als ein horizontales zu betrachten ist (wie nach der Fig. 252. gezeichneten Stellung). Nur wenn die Prismaflächen bedeutend vorwalten (was aber z. B. bei dem Schwefel nie der Fall ist) und so dem Krystall einen deutlichen prismatischen Habitus geben, betrachtet man sie in einem solchen Fall als zu einem vertikalen Prisma gehörig (oder nimmt man die Hauptare so an, daß sie diesen Flächen parallel liegt).

Auf Spaltungsrichtungen legt man bei der Betrachtung, welche Are man zur Hauptare wählen soll, gerade soviel Gewicht, wie auf wirklich vorkommende Krystallflächen, und die Grundform nimmt man immer so, daß nach ihr die deutlichere Spaltbarkeit in der Richtung der häufiger vorkommenden und einfachere Zeichen besitzenden Flächen ($P, 0P, \infty \breve{P} \infty, \infty \bar{P} \infty, \infty P, \breve{P} \infty, \bar{P} \infty$) stattfindet, und nicht parallel Flächen mit complicirteren Zeichen.

Digitized by Google

Mehrere der eben angegebenen Regeln verlieren in der Praxis dadurch an Sicherheit, daß verschiedene Krystalle derselben Substanz manchmal in verschiedenen Richtungen prismatisch ausgebildet sind, obgleich sie an und für sich dieselbe Combination darstellen (vergl. §. 275). In diesem Fall entscheidet manchmal die Ueberlegung, in der Richtung welcher Axe vorzugsweise bei der fraglichen Substanz prismatische Ausbildung statt hat, und diese wird dann als Hauptaxe betrachtet; manchmal aber auch der Umstand, in der Richtung welcher Axe die zufällig zuerst untersuchten und beschriebenen Krystalle ausgebildet waren, und die Wahl der Hauptaxe, wie sie einmal beliebt wurde, pflegt man zur Vermeidung von Verwirrung beizubehalten, wenn nicht triftige andere Gründe eine andere Stellung räthlich machen. Jedenfalls aber muß die einmal als Hauptaxe angenommene Axe auch in denjenigen Krystallen als solche betrachtet werden, welche in einer anderen Richtung vorzugsweise ausgebildet sind.

Ebenso, wie verschiedene Krystalle Einer Substanz, hat man in dieser Beziehung verschiedene Krystalle verschiedener Substanzen aufzufassen, wenn sie in Eine Gruppe isomorpher Körper gehören (vergl. §. 276.).

§. 272. Ohne Rücksicht auf Winkelmessungen möge die Bestimmung einiger Krystallformen nun erläutert werden. Viele der auf Tafel XIII. und XIV. gezeichneten rhombischen Combinationen sind schon in dem Vorhergehenden genugsam erläutert, aber wiederholtes Durchgehen derselben und Bestimmen ihrer Flächen nach der Lage der Combinationskanten ist nicht genug anzurathen. Bei diesen Uebungen kann man die Veränderungszahlen in den Zeichen ($\infty \breve{P} 2, 2 \breve{P} \infty$ z. B. in Fig. 280.) unbekannt (dafür $\infty \breve{P} m, n \breve{P} \infty$) setzen; nur muß man bestimmen, ob sie größer oder kleiner als 1 sind.

In der Fig. 270. nach den vorderen Flächen dargestellten Combination des Seignettesalzes nehmen wir als Hauptaxe die Richtung, in welcher der Krystall säulenförmig (prismatisch) ausgebildet ist, und als Grundform die einzige daran vorkommende Pyramide *P*. Wir denken ihn uns so gestellt, daß die schärferen Endkanten, welche das Zusammenstoßen der *P*flächen bilden würde, (also die Makrodiagonale) dem Beobachter zugewendet sind. —

Digitized by Google

Unter den vertikalen Flächen werden dann die zu ∞P gehörigen leicht daran erkannt, daß die Combinationskanten zwischen ihnen und P horizontal (und je eine obere und eine untere parallel) sind. Die im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten von ∞P sind gerade abgestumpft, was nur durch $\infty \breve{P} \infty$ geschehen kann; dieselbe Lage gegen die im brachydiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten von ∞P haben zwei andere Flächen, welche also $\infty \bar{P} \infty$ sind. Die Combinationskanten zwischen ∞P und $\infty \bar{P} \infty$ sind abgestumpft, und die Abstumpfungsflächen müssen also einem vertikalen Prisma $\infty \bar{P} m$, wo $m > 1$, angehören ($\infty \breve{P} m$, wo $m > 1$, würde die Kanten zwischen $\infty \breve{P} \infty$ und ∞P abstumpfen). — Die basische Endfläche $0P$ läßt sich nicht verkennen. — An der Stelle der im makrodiagonalen Hauptschnitt liegenden Endkanten von P zeigen sich Flächen zweier brachydiagonalen Domen; das eine bildet mit den zwei anliegenden Flächen von P parallele Combinationskanten und ist also $\breve{P} \infty$ (§. 261.), das andere hingegen bildet Combinationskanten mit P, welche nach den Enden des Krystalls zu convergiren, und es ist also $m \breve{P} \infty$, wo $m > 1$.

§. 273. Die Krystalle des schwefelsauren Kali's haben sehr verschiedenen Habitus, welcher Fig. 54. und 257. bis 262. dargestellt ist; in den meisten Fällen sind die Krystalle prismatisch vorzugsweise in der Richtung ausgebildet, welche in diesen Zeichnungen als die senkrechte, d. h. als die Hauptaxe, angenommen ist. Die verschiedenen Combinationen $P.\infty \breve{P} m$ (wo $m > 1$, und zwar hier $= 2$), Fig. 54., 257. und 258., wurden schon §. 260. besprochen. In Fig. 259. ist mit den genannten Formen noch $\infty \breve{P} \infty$ und $\breve{P} \infty$ combinirt, welche letztere Flächen sich leicht bestimmen lassen durch die Betrachtung, welche Kanten der einfacheren Combination Fig. 54. sie abstumpfen, und wie die Combinationskanten liegen (hinsichtlich der Bestimmung von $\breve{P} \infty$ vergl. auch §. 261.). In Beziehung auf die Aehnlichkeit dieser Combination mit $P.\infty P$ des hexagonalen Systems und ihre Unterscheidung davon vergl. §. 260. und 265. Wäre nur diese einzige Form, Fig. 259., an dem schwefelsauren Kali bekannt, so würde man eine andere Axe als Hauptaxe wählen, nämlich die Fig. 259. als Brachydiagonale angenommene, weil in der Richtung von dieser der hier gezeichnete Krystall vorzugsweise prismatisch ausgebildet ist. Man thut dies

Digitized by Google

nicht, weil eine ganz ähnliche Combination Fig. 260. (dieſelbe wie Fig. 259., nur ohne $\breve{P}\infty$) auch oft vorkommt, wo die der hier angenommenen Hauptaxe parallelen Flächen $\infty\breve{P}2$ und $\infty\breve{P}\infty$ die bei weitem vorherrſchenden und den ſäulenförmigen Habitus hervorbringenden ſind. In Fig. 261. iſt die Grundform P mehr zurückgedrängt, aber doch noch deutlich genug vorhanden, um erkennen zu laſſen, daß das vorherrſchende brachydiagonale Doma Combinationskanten mit P bildet, welche dem makrodiagonalen Hauptſchnitt (und unter ſich) parallel ſind, und daß dieſes Doma alſo $\breve{P}\infty$ iſt (vergl. §. 261.). Außer den vorherrſchenden Flächen des vertikalen Prisma's $\infty\breve{P}2$ kommen an dieſer Combination noch kleine dreieckige Flächen vor, welche offenbar zu einem brachydiagonalen Doma gehören, und zwar zu einem ſchärferen, als $\breve{P}\infty$ iſt; das Zeichen dieſes Doma's iſt alſo zunächſt $m\breve{P}\infty$ ($m>1$), durch Winkelmeſſung und Rechnung findet man $m=3$. — Fig. 262. zeigt endlich P in Combination mit $\breve{P}\infty$, $\infty\breve{P}\infty$, $\infty\bar{P}\infty$, welche Flächen ſich ſämmtlich jetzt leicht beſtimmen, und zwei vertikalen Prismen; von dieſen wird eins als das Hauptprisma ∞P daran erkannt, daß ſeine Combinationskanten mit P dem baſiſchen Hauptſchnitt parallel oder horizontal ſind; das andere Prisma beſtimmt ſich dann als $\infty\breve{P}m$, und zwar iſt es das bei dem ſchwefelſauren Kali faſt nie fehlende Prisma $\infty\breve{P}2$.

§. 274. Fig. 263. bis 268. zeigen die gewöhnlicheren Combinationen des Salpeters. Die Combinationen Fig. 263. und 264., ihre Aehnlichkeit mit P und $P.\infty P$ des hexagonalen Syſtems ſo wie ihre Unterſcheidung von dieſen, wurden ſchon §. 262. und 264. beſprochen. Ebenſo wie Fig. 264. zeigt auch Fig. 265. die Combination $P.\infty P.\infty\breve{P}\infty.2\breve{P}\infty$; an letzterer beſtimmen ſich die Flächen $P.\infty P.\infty\breve{P}\infty$ leicht, die Flächen $2\breve{P}\infty$ aber als zu einem ſchärferen brachydiagonalen Doma $m\breve{P}\infty$, (wo $m>1$) gehörig daran, daß ſie auf $\infty\breve{P}\infty$ gerade aufgeſetzt ſind, und daß ſie mit P Combinationskanten bilden, welche nach den Enden des Kryſtalls zu convergiren (§. 262.). In Fig. 266. zeigen ſich außer den ſoeben betrachteten Flächen auch noch ſolche eines brachydiagonalen Doma's, welche mit P parallele Combinationskanten bilden, und alſo $\breve{P}\infty$ ſind (§. 261.). Fig. 267. und 268., zwei ſehr gewöhnliche Formen des Salpeters, ſind dieſelben wie Fig. 265. und 266., nur ohne Pflächen.

Digitized by Google

§. 275. Eins der auffallendsten Beispiele, nach wie verschiedenen Richtungen die Krystalle einer und derselben Substanz prismatisch ausgebildet sein können, liefert der Schwerspath. Fig. 271. zeigt eine Combination desselben; die Stellung, wie sie in dieser Zeichnung vorausgesetzt ist, wird dadurch gerechtfertigt, daß parallel der hier angenommenen Hauptare prismatische Ausbildung vorhanden ist und noch mehrere andere in dieser Richtung sich erstreckende Prismen an anderen Krystallen vorkommen. Betrachtet man sodann die Pyramidenflächen P als die Grundform, so bestimmen sich die Domen, welche die schärferen und die stumpferen Endkanten von P gerade abstumpfen, als $\breve{P}\infty$ und $\bar{P}\infty$, das vertikale Prisma aber, dessen Flächen mit P **nicht** parallele Combinationskanten bilden, als ein secundäres, und zwar*) als $\infty\breve{P}m$ (wo $m > 1$), welches durch Winkelmessung und Rechnung genauer als $\infty\breve{P}2$ ermittelt wird; $\infty\breve{P}\infty$ bestimmt sich aus seiner Lage zu $\breve{P}\infty$ leicht. Die so bestimmten Flächen $\infty\breve{P}2$, $\infty\breve{P}\infty$, $\breve{P}\infty$, $\bar{P}\infty$ kommen nun auch allein unter sich combinirt vor, und bilden Formen von sehr verschiedenem Habitus. In Fig. 272. waltet $\infty\breve{P}2$, in Fig. 273. $\breve{P}\infty$, in Fig. 274. $\bar{P}\infty$ vor; oder in Fig. 272. ist die Combination prismatisch nach der Hauptare, in Fig. 273. nach der Brachydiagonale, in Fig. 274. nach der Makrodiagonale verlängert. Wären nur Schwerspathkrystalle von der Form Fig. 273. bekannt, so würde man die hier als Brachydiagonale gezeichnete Are als Hauptare betrachten; kennte man nur Schwerspathkrystalle, wie sie Fig. 274. zeigt, so würde man allgemein die hier als Makrodiagonale angenommene Are zur Hauptare nehmen. Man mag hier eine Are als Hauptare wählen, welche man will, so giebt es Krystalle, welche nach einer der Nebenaren prismatisch verlängert sind. Fig. 275. ist eine ähnliche Combination, wie Fig. 273, aber ohne die Flächen $\infty\breve{P}\infty$; $\breve{P}\infty$ bildet auch in Fig. 275. das vorherrschende Prisma,

*) Ist P mit einem secundären Prisma $\infty\breve{P}m$ (wo $m > 1$) combinirt, so **divergiren** die von einer Fläche $\infty\breve{P}m$ mit P gebildeten Combinationskanten nach dem makrodiagonalen Hauptschnitt hin; ist hingegen das secundäre Prisma $\infty\bar{P}m$ (wo $m > 1$), so **convergiren** sie nach diesem Hauptschnitt zu. Vergl. Fig. 271., wo man die Combinationskanten zwischen P und $\infty\breve{P}2$ (für Schwerspath) sieht, mit Fig. 270., welche die Lage der Combinationskanten zwischen P und $\infty\bar{P}2$ (für Seignettesalz) zeigt.

Digitized by Google

$\bar{P}\infty$ ist aber stärker ausgebildet, $\infty\breve{P}2$ hingegen zurückgedrängter, als in Fig. 273.

§. 276. Schon oben (§. 271.) wurde erinnert, daß die Wahl einer Grundform und der Hauptaxe für eine Substanz nicht allein bindend ist für die Betrachtung aller Krystalle dieser Substanz, sondern auch für die der mit dieser Substanz isomorphen Körper. Die Wahl der Hauptaxe und der Grundform, wie sie nach dem Vorhergehenden für den Schwerspath (BaO,SO_3) als die zweckmäßigste erkannt wurde, ist auch bindend für die Betrachtung der Krystalle des Cölestins (SrO,SO_3). Die meisten Krystalle des Cölestins sind ähnlich ausgebildet, wie die in der Richtung der Brachydiagonale prismatisch verlängerten Schwerspathkrystalle (z. B. ähnlich Fig. 275.), aber man darf nicht deßhalb an den ersteren Krystallen diejenige Richtung als die der Hauptaxe betrachten, welche man an den letzteren als die der Brachydiagonale ansieht. Es entsteht so freilich der Uebelstand, daß man bei dem Cölestin eine Axe als Hauptaxe annimmt, in deren Richtung die Krystalle selten prismatisch ausgebildet sind, aber dafür ersieht man schon aus der Angabe der Axenverhältnisse (vergl. §. 294.), daß Beziehungen der Aehnlichkeit zwischen den Krystallformen beider Substanzen obwalten, und krystallographisch übereinstimmende Flächen erhalten dann auch übereinstimmende Zeichen.

Verzerrungen der rhombischen Formen.

§. 277. Auch in diesem Systeme finden sich die Krystalle gewöhnlich nicht mit vollkommener Regelmäßigkeit ausgebildet, sondern mehr oder weniger verzerrt. Die Verzerrungen beruhen auch hier auf ungleicher Ausbildung gleichartiger Flächen, oder darauf, daß einzelne Flächen gänzlich fehlen, deren gleichnamige vorhanden sind.

Die gewöhnlichste Verzerrung der rhombischen Krystalle geht daraus hervor, daß die 4 Flächen eines Prisma's nicht gleich groß ausgebildet sind, sondern zwei sich gegenüberliegende viel größer, als die zwischenliegenden; d. h. daraus, daß eine Prismafläche eine kleinere Centraldistanz hat, als die drei anderen. Ein rhombisches Prisma ∞P, welches ganz regelmäßig ausgebil-

Digitized by Google

det einen Querschnitt haben sollte, wie ihn Fig. 57. **a** zeigt (die punktirten Linien bedeuten die Nebenaren), zeigt sich weit häufiger mit einem Querschnitt, wie ihn Fig. 57. **b** darstellt. Im letzteren Fall ist das rhombische Prisma zu einem rhomboidischen verzerrt; und in einem solchen verzerrten Prisma ist die Lage der Nebenaren keineswegs durch die Diagonalen des Querschnitts gegeben, sondern durch die Richtungen, welche die Kantenwinkel des Prisma's halbiren. An einem solchen verzerrten rhombischen Prisma erkennt man die ungleich ausgebildeten Prismaflächen daran als gleichartig, daß sie sich krystallographisch gleich verhalten; die Spaltbarkeit, findet sie überhaupt parallel den Prismaflächen statt, läßt sich parallel einer kleineren Prismafläche ebenso wie parallel einer größeren ausführen. Wird eine Kante eines so verzerrten Prisma's abgestumpft, so ist die Abstumpfungsfläche gegen die beiden anliegenden Flächen ∞P unter demselben Winkel geneigt; ist das Prisma an den Enden durch ein Doma zugeschärft, so bildet jede Fläche desselben mit den beiden anliegenden Prismaflächen gleich große Combinationskantenwinkel.

§. 278. Die in Combination mit einem so verzerrten Prisma auftretenden Flächen erscheinen dann auch anders, als bei ideal regelmäßiger Ausbildung. In der Combination $\infty P . 0 P$*) erscheint alsdann $0 P$ nicht als eine rhombische sondern als eine rhomboidische Fläche (hinsichtlich einer leicht möglichen Verwechslung vergl. §. 315.). — Denkt man sich an der Fig. 277. dargestellten Combination $\infty P . \breve{P}\infty$ eine Fläche ∞P (z. B. die vorn rechts liegende) dem Mittelpunkt näher gerückt, so wird diese Combination so verzerrt wie es Fig. 286. zeigt; die hinteren Flächen $\breve{P}\infty$ erscheinen jetzt nicht mehr als gleichschenklige Dreiecke, sondern unregelmäßig viereckig, aber jede von ihnen ist auch jetzt noch unter demselben Winkel gegen die zwei anstoßenden Flächen ∞P geneigt. — Eine Combination $P . \infty P$ erscheint von oben (in der Richtung der Hauptare) betrachtet etwa wie Figur 57. **c**; ist ∞P in der angegebenen Weise verzerrt, so nimmt gewöhnlich auch die Pyramide an der Verzerrung Antheil und einige ihrer Flächen sind vergrößert, so daß sie von oben betrachtet erscheint, wie es Fig 57. **d** zeigt.

*) Modell 51 läßt sich als diese verzerrte Combination bestimmen.

Digitized by Google

Das Vorwalten einzelner Flächen einer einfachen Form findet manchmal mit einer gewissen Regelmäßigkeit statt. Es zeigen sich mitunter an der Combination $\infty P . P$ (Fig. 253.) 4 in Einer Zone liegende (zwei sich gegenüberliegende obere und die parallelen beiden unteren) Pyramidenflächen sehr vergrößert, die anderen 4 sehr zurückgedrängt; die Combination hat dann das Ansehen einer Form aus dem folgenden System, bei deren Betrachtung (§. 326.) diese Aehnlichkeit noch einmal besprochen werden wird. — Der Salpeter zeigt manchmal die Combination $P . \frac{1}{2}P . \infty P . \infty \breve{P} \infty$, aber von den Pyramidenflächen sind nur diejenigen vorhanden, welche auf Einer Seite des brachydiagonalen Hauptschnitts liegen. Fig. 269. zeigt das Aussehen dieser Krystalle; meistens sind sie nur an einem Ende ausgebildet, und mit dem anderen aufgewachsen, aber wo an den zwei Enden ausgebildete Krystalle beobachtet werden konnten, zeigten sie immer nur die auf Einer Seite des brachydiagonalen Hauptschnitts liegenden Flächen von P und $\frac{1}{2} P$.

Hemiëdrische Formen und Combinationen derselben.

§. 279. Mit noch größerer Regelmäßigkeit sind manchmal die abwechselnden Flächen der rhombischen Pyramiden vergrößert, selbst bis zum Verschwinden der zwischenliegenden. Es findet hier Hemiëdrie statt, nach demselben Gesetz, nach welchem aus dem Reguläroktaëder das Tetraëder (§. 101.), aus einer quadratischen Pyramide ein quadratisches Sphenoid (§. 160.) wird. Die hemiëdrische Form, welche so aus einer rhombischen Pyramide entstehen kann, wird als rhombisches Sphenoid bezeichnet; aus jeder Pyramide P können wiederum zwei nur der Stellung nach verschiedene Sphenoide ihren Ursprung nehmen, welche als $+\frac{P}{2}$ und $-\frac{P}{2}$ unterschieden werden. Jedes rhombische Sphenoid ist begrenzt durch vier ungleichseitige Dreiecke, und von den sechs Kanten desselben sind nur je zwei gegenüberliegende (die sich aber nicht parallel sind) unter sich gleichartig, was die Unterscheidungsmerkmale von den eben genannten ähnlichen hemiëdrischen Formen anderer Systeme abgiebt.

Ein rhombisches Sphenoid ist noch nicht selbstständig beob-

Digitized by Google

achtet worden; in Combinationen zeigt es sich ausgezeichnet an dem Bittersalz (schwefelsaurer Magnesia). Fig. 253. zeigt die Grundform P dieses Salzes combinirt mit ∞P; denkt man sich die abwechselnden Pflächen bis zum Verschwinden der zwischenliegenden vergrößert und die Flächen von ∞P wachsend, bis der Raum wieder vollständig geschlossen ist, so entsteht die gewöhnlichste Form des Bittersalzes $\infty P \cdot \frac{P}{2}$ (Fig. 255.*). Diese Combination wird, vollständig ausgebildet, sehr leicht daran erkannt, daß die oben und unten an dem Prisma befindlichen (von je zwei $\frac{P}{2}$flächen gebildeten) Kanten nicht parallel, sondern in verschiedenen Richtungen liegend sind; ist ein solcher Krystall indeß nur an Einem Ende ausgebildet, so ist Verwechslung mit einer anderen Form leichter möglich (vergl. §. 312.). An dem Zinkvitriol, welcher mit dem vorgenannten Salz isomorph ist, zeigt sich diese Hemiëdrie gleichfalls, aber hier ist die Grundform P gewöhnlich in zwei Sphenoide zerfallen, die beide vorhanden sind, und wo die Flächen des einen vorherrschend, die des anderen untergeordnet auftreten. Fig. 256. zeigt die bei dem Zinkvitriol häufige Form $\infty P . \infty \breve{P} \infty \cdot + \frac{P}{2} \cdot - \frac{P}{2}$. An dem Brechweinstein beobachtet man gleichfalls oft, wie die Pyramide P in der Art verzerrt erscheint, daß die Hälfte der Flächen $\left(+\frac{P}{2}\right)$ bei weitem mehr ausgebildet ist, als die andere Hälfte $\left(-\frac{P}{2}\right)$. Untergeordnet kommt auch noch ein rhombisches Sphenoid an dem Manganit vor; das hier auftretende leitet sich nicht aus der Grundform P dieser Substanz (P erscheint hier immer vollflächig), sondern aus einer secundären Pyramide, $\frac{3}{4}\breve{P}2$, ab.

---

*) Modell 38 zeigt eine Combination $\infty P . P$, Modell 43 die Combination $\infty P . \frac{P}{2}$, welche aus der ersteren auf die oben angegebene Weise entsteht.

Digitized by Google

Ungleiche Ausbildung an den entgegengesetzten Enden.

§. 280. Wie in dem hexagonalen System (§. 231.), so kommen auch in dem rhombischen, aber selten, Krystalle vor, welche an den beiden Enden verschiedenartig ausgebildet sind. So an dem Topas, an dem Galmei (kieselsauren Zinkoxyd). Fig. 284. zeigt eine solche Form des letzteren Minerals. Die Combination $\infty \breve{P} 2 . \infty \bar{P} \infty$ ist an dem einen Ende durch P, an dem anderen durch $2\breve{P}\infty$, $\breve{P}\infty$, $0P$, $\frac{3}{2}\bar{P}\infty$ (y) und $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ (x) begrenzt. — Hierher läßt sich auch rechnen, daß bei dem Salpeter manchmal nur diejenigen Pyramidenflächen sich zeigen, welche zu dem Einen Ende der Brachydiagonale gehören (Fig. 269., vergl. §. 278.).

Zwillingskrystalle.

§. 281. Unter den Zwillingskrystallen des rhombischen Systems sind solche mit parallelen Axensystemen so selten, daß hier auf eine Besprechung derselben nicht eingegangen zu werden braucht. Es kann diese Art von Zwillingsbildung nur bei hemiëdrischen Formen stattfinden (vergl. §. 121.), und da Hemiedrie in dem rhombischen System nur wenig vorkommt, so muß auch diese Art von Zwillingsbildung hier selten sein. Sie ist bis jetzt nur an dem Manganit beobachtet worden.

Häufig sind hingegen Zwillinge, welche durch Krystallindividuen gebildet werden, deren Axensysteme nicht parallel sind. Fast immer haben beide zusammengewachsene Krystalle eine prismatische Fläche (eines vertikalen Prisma's oder eines Doma's) gemeinschaftlich; der eine Krystall erscheint wie um eine Linie, welche rechtwinklig zu dieser prismatischen Fläche ist, um 180° gegen den anderen gedreht.

§. 282. Bei vielen Krystallen, dem Arragonit, dem Salpeter, dem kohlensauren Bleioxyd (Weißbleierz) u. a., ist die Zusammensetzungs- oder Zwillingsfläche eine Fläche des vertikalen Hauptprisma's ∞P. Fig. 288. zeigt eine gewöhnliche Combina-

Digitized by Google

tion des Arragonits: $\infty P.\infty \breve{P}\infty.\breve{P}\infty$*); denkt man sich dieselbe parallel einer Fläche ∞P durchschnitten (wie dies in der Figur durch die punktirten Linien angedeutet ist, wo der Schnitt parallel der Prismafläche links vorn geht) und die eine Hälfte um 180° herumgedreht, so entsteht der Fig. 289. gezeichnete Zwilling (wo $m = \infty P$, $n = \infty \breve{P}\infty$, $s = \breve{P}\infty$, und die accentuirten Buchstaben die Flächen des einen, die nicht accentuirten die des anderen Krystallfragments bezeichnen). Deutlicher noch wird die Stellung zweier so verwachsener Krystallfragmente aus dem Grundriß oder basischen Durchschnitt. Fig. 58. **a** zeigt ihn für $\infty P.\infty \breve{P}\infty$, und den Schnitt parallel einer Fläche ∞P; Fig. 58. **b** zeigt ihn, nachdem die eine Hälfte gegen die andere um 180° verdreht ist. Der einspringende Winkel (z in Fig. 58. **b**), welchen zwei Flächen $\infty \breve{P}\infty$ (n' und n, Fig. 289.) mit einander bilden, ist bei diesen Krystallen meistens durch Vergrößerung zweier Flächen ∞P verschwunden, wie dies in Fig. 58. **b** durch die schwächeren Linien angedeutet ist. Fig. 291. zeigt das Ansehen eines solchen Arragonitkrystalls, welcher nach seinen vertikalen Flächen als eine sechsseitige Säule erscheint, woran drei Winkel (u, Fig. 58. **b**) = 116°16½′, zwei (v) = 121°52′, und Einer (w) = 127°27′. Diese sechsseitige Säule kann man sich auch so entstanden denken, als ob zwei Krystalle $\infty P.\infty \breve{P}\infty$ sich mit einer ∞Pfläche zusammengelegt hätten, und zwei Flächen ∞P und zwei Flächen $\infty \breve{P}\infty$ gewachsen wären bis zum Verschwinden der einspringenden Winkel (vergl. Fig. 59. **a**).

Oefters wiederholt sich diese Art der Zwillingsbildung so, daß alle Zusammensetzungsflächen sich parallel sind, wo denn Aggregate wie Fig. 290. entstehen. Die mittleren Krystallindividuen sind gewöhnlich schmal, und sind ihrer mehrere zwischen zwei größeren und in derselben Stellung befindlichen enthalten, so kann der so entstehende Krystall das Ansehen eines einfachen haben, welcher nur Streifung parallel den Combinationskanten mit ∞P zeigt (Fig. 288., wo die punktirten Linien die Richtung der Streifung anzeigen).

Bei anderen Krystallen ist die Zwillingsfläche eine Fläche

*) Dieselbe Combination, welche Modell 44 darstellt, nur mit stärker ausgebildeten $\infty \breve{P}\infty$flächen.

Digitized by Google

eines horizontalen Prisma's oder Doma's. So bildet das schwefelsaure Kali nicht selten Zwillingskrystalle, wo die beiden Krystallindividuen in einer Fläche von $\breve{P}\infty$ verwachsen sind. Denkt man sich die Combination $\infty\breve{P}2 \,.\, \breve{P}\infty \,.\, P$ (Fig. 261. ohne die Flächen $3\breve{P}\infty$) parallel einer Fläche $\breve{P}\infty$ (z. B. parallel der oben hinten liegenden) durchschnitten, und die untere Hälfte um 180° gegen die obere verdreht, so entsteht ein Zwillingskrystall, wie ihn Fig. 292. zeigt, und wie er namentlich am schwefelsauren Kali, das aus unreiner Pottaschenlösung krystallisirte, oft zu sehen ist.

§. 283. Auch Drillings- und Vierlingskrystalle bilden sich nach diesem Gesetz. So zeigt das schwefelsaure Kali manchmal Drillingskrystalle; mit einem Krystall (welcher die Flächen $\breve{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$ hat) sind zwei andere gleichgestaltete zu beiden Seiten so verwachsen, daß jeder mit dem ersteren eine Fläche $\breve{P}\infty$ gemeinschaftlich hat. Fig. 61. b kann dies versinnlichen, wenn man sich statt des Zeichens ∞P immer $\breve{P}\infty$ geschrieben denkt (in Figur 61. b ist der Winkel, mit welchem die drei Prismen zusammenstoßen, etwas kleiner als 120°, so daß alle drei vollständig ausgebildet sein können, und doch noch ein kleiner leerer Winkelraum übrig bleibt; bei dem schwefelsauren Kali dagegen hat $\breve{P}\infty$ den Winkel 120°24′, so daß dies nicht stattfindet, sondern im Gegentheil sich die zwei anlegenden Krystalle in ihrer Ausbildung etwas beschränken). An diesen Drillingskrystallen des schwefelsauren Kali's zeigt gewöhnlich jedes Krystallfragment die Flächen P, $\breve{P}\infty$, $\infty\breve{P}\infty$; Fig. 293. a stellt einen solchen Drilling so gezeichnet dar, daß die Brachydiagonale von links nach rechts gerichtet ist; etwas besser kann man die Flächen in Fig. 293. b übersehen, welche denselben Krystall zeigt, aber so gestellt, daß die Brachydiagonale von vorn nach hinten gerichtet ist ($n = \infty\breve{P}\infty$, $v = P$, $w = \breve{P}\infty$; die nicht accentuirten Buchstaben bezeichnen das Krystallfragment, an welches die beiden anderen mit $\breve{P}\infty$ angewachsen sind, die einmal respective zweimal accentuirten diese letzteren).

Ein Beispiel für Vierlingskrystalle giebt der Arragonit ab. Fig. 59. b zeigt im Grundriß zwei Arragonitkrystalle I und II, welche mit den Flächen ∞P verwachsen sind; nach demselben Gesetz legt sich an I. noch ein gleicher Krystall III., an II. noch einer IV.; III. und IV. hindern sich gegenseitig an der vollständi-

Digitized by Google

gen Ausbildung, so daß jedes dieser Individuen nur fragmentarisch (bis zu der punktirten Linie) vorhanden ist. Die beiden letzteren Krystallfragmente bilden eigentlich einen einspringenden Winkel, der aber meistens durch das Zusammenwachsen der anliegenden Flächen (in der Figur durch die schwächeren Linien bei x dargestellt) zum Verschwinden gebracht ist; es erscheint dann dieser Vierlingskrystall nach seinen vertikalen Flächen als ein sechsseitiges Prisma, an welchem drei Winkel $(w) = 127^{\circ}27'$, zwei Winkel $(u) = 116^{\circ}16\frac{1}{2}'$, und Ein Winkel $(x) = 105^{\circ}6'$.

§. 284. Im Vorstehenden wurden die häufigeren Arten von Berührungszwillingen des rhombischen Systems betrachtet; auch Durchkreuzungszwillinge kommen nach demselben Gesetz vor. Das Weißbleierz bildet z. B. solche, welche im basischen Durchschnitt die Form Fig. 60. a haben. Zwei Krystallindividuen, welche die vertikalen Flächen $\infty P . \infty \breve{P} \infty$ haben, (sie sind in der Figur mittelst der punktirten Linien vollständig dargestellt) sind in einer Fläche ∞P zusammengewachsen, und jeder noch über die Zusammensetzungsfläche hinaus ausgebildet.

Nach demselben Gesetz bildet auch der Harmotom Durchkreuzungszwillinge. An ihm ist das Prisma ∞P so nahe rechtwinklig, daß an zwei mit einer ∞Pfläche verwachsenen Krystallen eine Fläche $\infty \breve{P} \infty$ des einen fast genau in der Richtung einer Fläche $\infty \bar{P} \infty$ des anderen liegt. Fig. 294. zeigt einen Durchkreuzungszwilling dieses Minerals mit den Flächen P, $\infty \bar{P} \infty$ (n) und $\infty \breve{P} \infty$ (m); zu größerer Deutlichkeit sind die Flächen des einen Krystallindividuums schattirt, die des anderen nicht.

Auch finden sich Durchkreuzungskrystalle, wo die Zusammensetzungsebene eine Fläche eines Doma's ist. So an dem Staurolith, wo zwei Krystalle $\infty P . \infty \breve{P} \infty . 0P$ in der Art verwachsen sind, daß sie beide eine Fläche von $\frac{3}{2} \breve{P} \infty$ gemeinsam haben, und noch über die Zusammensetzungsebene hinaus ausgebildet sind; Fig. 295. zeigt diesen Zwilling des Staurolithe, an welchem die Hauptaxen der beiden Krystallindividuen nahe rechtwinklig zu einander geneigt sind; in der Zeichnung ist die Brachydiagonale in der Richtung von vorn nach hinten gestellt, weil so das Charakteristische des Zwillings deutlicher hervortritt.

Durchkreuzungsdrillinge kommen gleichfalls vor, so z. B. bei dem Weißbleierz. Fig. 60. b zeigt im basischen Durchschnitt, wie

Digitized by Google

ſich an einen Kryſtall mit den vertikalen Flächen $\infty P . \infty \breve{P} \infty$ zu beiden Seiten zwei gleichgeſtaltete anlegen. Die Flächen ∞P jedes Kryſtalls ſtoßen unter 117°14′ zuſammen; zwiſchen den zwei letzteren Kryſtallen würde alſo ein leerer Winkel von 8°18′ (360° — 3 × 117°14′) übrig bleiben. Es verſchwindet dieſer, indem jeder Kryſtall noch über die Zuſammenſetzungsfläche hinaus ausgebildet iſt, ſo daß der Durchkreuzungsdrilling im baſiſchen Durchſchnitt erſcheint, wie es Fig. 61. zeigt. Kryſtalle mit dieſer Drillingsbildung können das Anſehen haben, als ob ſie in das heragonale Syſtem gehörten, wie denn der Durchſchnitt Fig. 61. viel Aehnlichkeit mit den Aggregaten aus dem heragonalen Syſtem zeigt, welche am Schnee beobachtet werden (vergl. §. 237., Fig. 51. **a**). Wenn der erſtere wirklich eine heragonal kryſtalliſirte Subſtanz darſtellte, ſo wären die Winkel der Prismen (∞P) genau 120°, und je zwei ſich zugekehrte Flächen ∞P zweier benachbarter Kryſtalle müßten in Einer Ebene liegen; an dem für das Weißbleierz gültigen Durchſchnitt Fig. 61. findet dies aber nicht durchaus ſtatt, ſondern zweimal ſind zwei ſolcher Flächen unter einem ſehr ſtumpfen Winkel (z) zu einander geneigt.

Zwillinge, wo die Zuſammenſetzungsfläche eine andere als die eines Prisma's oder Doma's iſt, kommen ſo ſelten vor, daß ihre Betrachtung hier übergangen werden kann. An dem Staurolith finden ſich z. B. auch Durchkreuzungszwillinge, für welche die Zuſammenſetzungsebene eine Fläche von $\frac{3}{2} \breve{P} \frac{3}{2}$ iſt, und an welchen die Hauptaren der beiden Kryſtallindividuen unter nahe 60° gegen einander geneigt ſind.

Formeln für den Zuſammenhang zwiſchen Winkeln und Aren.

§. 285. Mag man die Arenverhältniſſe für einen Kryſtall aus Meſſungen an einer Pyramide oder aus Meſſungen an Prismen ableiten, ſo ſind dazu zwei von einander unabhängige Meſſungen (an Kanten, welche in verſchiedenen Hauptſchnitten liegen) nothwendig.

Bedeuten (hier und in der folgenden Beſchreibung der Kryſtallform einiger Subſtanzen aus dem rhombiſchen Syſtem) a die Länge der Brachydiagonale, b die der Makrodiagonale, c die der

Digitized by Google

Hauptaxe, und für eine Pyramide A den Endkantenwinkel im brachydiagonalen Hauptſchnitt, B den Endkantenwinkel im makrodiagonalen Hauptſchnitt, und C den Seitenkantenwinkel (im baſiſchen Hauptſchnitt). Nennen wir α den Winkel, welchen eine brachydiagonale Endkante mit einer Hauptaxe macht, β den einer makrodiagonalen Endkante zur Hauptaxe, γ den einer Seitenkante gegen die Makrodiagonale, ſo iſt

wenn A und B gegeben ſind: $\cos\alpha = \frac{\cos\frac{1}{2}B}{\sin\frac{1}{2}A}$; $\cos\beta = \frac{\cos\frac{1}{2}A}{\sin\frac{1}{2}B}$

wenn B und C gegeben ſind: $\cos\gamma = \frac{\cos\frac{1}{2}B}{\sin\frac{1}{2}C}$; $\sin\beta = \frac{\cos\frac{1}{2}C}{\sin\frac{1}{2}B}$

wenn A und C gegeben ſind: $\sin\alpha = \frac{\cos\frac{1}{2}C}{\sin\frac{1}{2}A}$; $\sin\gamma = \frac{\cos\frac{1}{2}A}{\sin\frac{1}{2}C}$

und weiter gelten die Formeln: $a : b : c = tg\,\alpha : tg\,\beta : 1$

$a : b : c = tg\,\gamma : 1 : cotg\,\beta$

$a : b : c = 1 : cotg\,\gamma : cotg\,\alpha.$

Sollen umgekehrt aus dem bekannten Axenverhältniß die Kantenwinkel einer Pyramide berechnet werden, ſo iſt

$$\cos\tfrac{1}{2}A = \frac{a\,c}{\sqrt{M}};\quad \cos\tfrac{1}{2}B = \frac{b\,c}{\sqrt{M}};\quad \cos\tfrac{1}{2}C = \frac{a\,b}{\sqrt{M}},$$

wenn $M = a^2b^2 + b^2c^2 + a^2c^2$.

Bedeute W bei einem vertikalen Prisma den im makrodiagonalen Hauptſchnitt liegenden Kantenwinkel, bei einem brachydiagonalen oder makrodiagonalen Doma den im baſiſchen Hauptſchnitt liegenden Kantenwinkel, ſo iſt

für ein vertikales Prisma: $\frac{a}{b} = tg\,\frac{1}{2}W$,

für ein brachydiagonales Doma: $\frac{c}{b} = tg\,\frac{1}{2}W$,

für ein makrodiagonales Doma: $\frac{c}{a} = tg\,\frac{1}{2}W$.

Ueberſicht einiger im rhombiſchen Syſtem kryſtalliſirenden Subſtanzen.

§. 286. Von den vielen Subſtanzen, welche in dem rhombiſchen Syſtem kryſtalliſiren, mögen hier folgende als die wichti-

Digitized by Google

geren genannt werden (bezüglich der Bedeutung der Buchstaben in den folgenden krystallographischen Beschreibungen vergl. §. 285.).

Schwefel (S); der aus Auflösungen krystallisirende und der gediegene zeigen als vorherrschende Form eine rhombische Pyramide P (Fig. 250.), und die Fig. 251. und 252. gezeichneten Combinationen. Für P ist: $a:b:c=0{,}8106:1:1{,}898$. Für P ist $A=106°38'$, $B=84°58'$, $C=143°17'$. Für $\breve{P}\infty$ ist $W=124°24'$. Unvollkommen spaltbar nach P und ∞P. — Der Schwefel ist dimorph, vergl. §. 344.

Jod (J) krystallisirt in rhombischen Pyramiden, welche durch das Vorherrschen einer Endfläche oft tafelförmig erscheinen, und in Combinationen mehrerer Pyramiden.

§. 287. Bleioxyd (PbO) krystallisirt manchmal in Rhombenpyramiden.

Titansäure (Brookit, TiO_2). $a:b:c=0{,}5958:1:0{,}5558$; für P ist $A=135°46'$, $B=101°37'$, $C=94°44'$; W für $\infty\breve{P}2=100°$. Die Krystalle zeigen $\infty P\infty$. $\infty\breve{P}2$ mit P und anderen Pyramiden und horizontalen Prismen; sie sind flach zwischen den vorherrschenden Flächen $\infty\breve{P}\infty$. — Die Titansäure ist trimorph, vergl. §. 174.

Isomorph sind:

1) Antimonoxyd (Weißspiesglanzerz, Sb_2O_3)
2) Arsenige Säure (As_2O_3),

Antimonoxyd krystallisirt meistens (kommt auch so natürlich vor) ähnlich Fig. 288.; für das vertikale Prisma ist $W=43°2'$, für das brachydiagonale Doma ist $W=70°32'$; $\infty\breve{P}\infty$ ist meist vorherrschend. Die Krystalle sind sehr vollkommen spaltbar parallel den Flächen des vertikalen Prisma's. — Die arsenige Säure zeigt sich selten in derselben Form sublimirt. — Beide Substanzen sind dimorph, vergl. §. 125.

Manganoxyd (Pyrolusit, MnO_2) hat wahrscheinlich rhombische Krystallform. Für ∞P ist $W=86°20'$.

Manganoxydhydrat (Manganit, Mn_2O_3+HO). Für P ist $a:b:c=0{,}8440:1:0{,}5444$. Für ∞P ist $W=80°20'$, für $\infty\breve{P}3/2=103°23'$; für $\bar{P}\infty=65°41'$. Gewöhnlich ∞P mit $\infty\breve{P}3/2$ u. a. vertikalen Prismen, mit $0P$ und $\bar{P}\infty$ oder einer Pyramide $\bar{P}3$ u. a. (vergl. §. 279. und 281.). Sehr vollkommen spaltbar nach $\infty\breve{P}\infty$.

Digitized by Google

Damit isomorph ist das Eisenoxydhydrat (Nadeleisenerz, $Fe_2O_3 + HO$).

§. 288. Schwefelarsenik (Auripigment, $As S_3$). Für P ist $a:b:c = 0{,}603:1:0{,}674$; $A = 131°36'$, $B = 94°20'$, $C = 105°6'$. Für ∞P ist $W = 62°11'$; für $\infty \breve{P} 2$ ist $W = 100°40'$; für $\bar{P}\infty$ ist $W = 96°23'$. Die Krystalle haben die Form $\infty P . \infty \breve{P} 2 . P$, ähnlich Fig. 279., wozu oft noch $\bar{P}\infty$ tritt, u. a. Sehr vollkommen spaltbar nach $\infty \breve{P} \infty$.

Schwefelantimon (Antimonglanz, Grauspießglanzerz, $Sb S_3$). $a:b:c = 0{,}9870:1:0{,}9782$. $A = 109°16'$, $B = 108°10'$, $C = 110°58'$. Für ∞P ist $W = 89°15'$. Figur 276. u. a. Combinationen. Sehr vollkommen spaltbar nach $\infty \breve{P} \infty$.

Schwefelwismuth ($Bi S_3$) krystallisirt in rhombischen Prismen; $W = 89°$. Vollkommen spaltbar nach $\infty \breve{P} \infty$.

Uebereinstimmende Krystallgestalt besitzen:

1) Schwefelkupfer (Kupferglanz, $Cu_2S = C_4S_2$)

2) Schwefelsilberkupfer (Silberkupferglanz, $Cu_2 Ag S_2$)

Für beide ist $a:b:c = 0{,}5822:1:0{,}9741$. 1) erscheint als sechsseitiges Prisma ($\infty P . \infty \breve{P} \infty . 0P$, vergl. §. 264); für ∞P ist $W = 60°25'$. Sehr unvollkommen spaltbar nach ∞P. — Das Schwefelkupfer ist dimorph, vergl. §. 125.

Schwefeleisen (rhombischer Eisenkies, Speerkies, Kammkies, $Fe S_2$). $a:b:c = 0{,}7454:1:1{,}1548$. Für ∞P ist $W = 73°24'$; für $\breve{P}\infty$ ist $W = 98°13'$. Pyramidale und prismatische Combinationen; in letzteren $\breve{P}\infty$ oft vorherrschend. Ziemlich deutlich spaltbar nach ∞P. Es ist dimorph, vergl. §. 127.

Arsenikeisen (Arsenikalkies, Fe As). $a:b:c = 0{,}5494:1:1{,}1432$. Für ∞P ist $W = 57°34'$; für $\bar{P}\infty$ $W = 128°40'$. Gewöhnlichste Combination ist $\infty P . \bar{P}\infty$, ähnlich Fig. 278. Spaltbar nach $0P$.

§. 289. Arsenikschwefeleisen (Mißpickel, Arsenikkies, $Fe As + Fe S_2$). $a:b:c = 0{,}676:1:1{,}189$. Für ∞P ist $W = 68°7'$; für $\frac{1}{4}\breve{P}\infty$ $W = 34°34'$. Gewöhnlich in der Form $\infty P . \frac{1}{4}\breve{P}\infty$. Ziemlich deutlich spaltbar nach ∞P.

Quecksilberjodid (HgJ) krystallisirt in der gelben Modification in der Form $\infty P . 0P$; für ∞P ist $W = 66°$. Es ist dimorph, vergl. §. 177.

Quecksilberchlorid (Sublimat, $Hg Cl$) scheint in zwei wesentlich verschiedenen Formen zu krystallisiren. Für das aus Al-

Digitized by Google

kohol krystallisirte ist $a:b:c=0{,}7254:1:1{,}0686$. Für ∞P ist $W=71^{\circ}55'$; für $\breve{P}\infty$ ist $W=93^{\circ}48'$. Die Krystalle zeigen die Combination $\infty P.\breve{P}\infty.0P.P.$ — Für das durch Sublimation erhaltene ist $a:b:c=0{,}9347:1:0{,}3396$. W ist für $\infty P=86^{\circ}8'$, für $\infty\bar{P}2=50^{\circ}6'$, für $\breve{P}\infty=37^{\circ}30'$, für $2\breve{P}\infty=68^{\circ}22'$. Die Krystalle zeigen diese Flächen und $\infty\breve{P}\infty$.

Chlorbaryum ($BaCl+2HO$). $a:b:c=0{,}9573:1:1{,}560$. Für P ist $A=101^{\circ}34'$, $B=97^{\circ}20'$, $C=132^{\circ}11'$. W ist für $\infty P=87^{\circ}30'$, für $\frac{1}{2}\breve{P}\infty=75^{\circ}54'$, für $\breve{P}\infty=114^{\circ}40'$, für $\frac{1}{2}\bar{P}\infty=78^{\circ}20'$. Die Krystalle sind tafelförmig durch das Vorherrschen von $0P$. Fig. 283. (vergl. §. 262.) zeigt eine Combination, an der Stelle von $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, (manchmal auch zugleich mit demselben), zeigt sich oft $\breve{P}\infty$. — Damit isomorph ist das wasserhaltige Brombaryum ($BaBr+2HO$).

§. 290. Isomorph sind:

		$a:b:c$
1) Schwefelsaures Kali	(KO,SO_3)	0,7464:1:0,5727
2) Selensaures Kali	(KO,SeO_3)	0,7296:1:0,5724
3) Chromsaures Kali	(KO,CrO_3)	0,7388:1:0,5695
4) Mangansaures Kali	(KO,MnO_3)	0,7554:1:0,5639
5) Schwefelsaures Ammoniumoxyd	(AmO,SO_3)	0,7310:1:0,5643

Die wichtigsten Winkel sind

	bei 1)	2)	3)	4)	5)
für P ist $A=$	131° 8′	131°30′	131°26′	131°22′	131°52′
„ ∞P ist $W=$	73°28′	72°14′	72°54′	74° 8′	72°20′
„ $\infty\bar{P}2$ ist $W=$	112°22′	111°48′	111°10′	113° 0′	111°15′
„ $\breve{P}\infty$ ist $W=$	59°36′	59°35′	59°19′	58°50′	58°52′

Die Krystalle zeigen die in Fig. 54. und 257.—262. gezeichneten Combinationen (vergl. §. 260., 264. und 273.), und Zwillinge wie Fig. 292. und 293. (vergl. §. 282. und 283.). Sie sind spaltbar nach $\infty\breve{P}\infty$ und $\infty\bar{P}\infty$. Das schwefelsaure Kali ist dimorph, vergl. §. 242.

Salpetersaures Kali (Salpeter, KO,NO_5). $a:b:c=0{,}589:1:0{,}701$. Für P ist $A=131^{\circ}27'$, $B=91^{\circ}29'$, $C=108^{\circ}12'$. Für ∞P ist $W=61^{\circ}0'$, für $\breve{P}\infty$ $W=70^{\circ}4'$, für $2\breve{P}\infty$ $W=109^{\circ}$. Gewöhnliche Combinationen sind die Fig. 263. bis 269. gezeichneten (vergl. §. 263., 264., 274. und 278.). Un-

Digitized by Google

vollkommen spaltbar nach ∞P; etwas leichter nach $\breve{P}\infty$. (Der Salpeter ist dimorph, vergl. §. 242.) — Damit isomorph, aber meistens undeutlich krystallisirt, ist das salpetersaure Ammoniumoxyd (AmO, NO_5).

§. 291. Unterschwefelsaurer Baryt ($BaO, S_2O_5 + 4HO$). $a:b:c = 0{,}817:1:0{,}9036$. Für P ist $A = 117°34'$, $B = 101°16'$, $C = 110°0'$; W für $\infty P = 78°30'$. Beobachtete Form $\infty P.P.$ Spaltbar nach ∞P.

Zweifach-schwefelsaures Kali ($KO, SO_3 + HO, SO_3$) krystallisirt aus seiner wässerigen Auflösung in denselben Formen wie Schwefel (vergl. §. 286.). Es ist dimorph, vergl. §. 348.

Zweifach-kohlensaures Ammoniumoxyd ($2(AmO, 2CO_2) + 3HO$). $a:b:c = 0{,}6726:1:0{,}3998$. Für ∞P ist $W = 67°51'$; für $\breve{P}\infty$ ist $W = 43°35'$. Vorherrschende Flächen sind gewöhnlich $\infty P, \breve{P}\infty, \infty\breve{P}\infty$. Spaltbar parallel ∞P.

§. 292. Isomorph sind:

1) Schwefelsaures Natron (NaO, SO_3)
2) Selensaures Natron (NaO, SeO_3)
3) Schwefelsaures Silberoxyd (AgO, SO_3)
4) Selensaures Silberoxyd (AgO, SeO_3)

Eine gewöhnliche Form dieser Salze ist Fig. 281. dargestellt. Für P ist

	bei 1)	bei 2)	bei 3)	bei 4)
$a:b:c =$	0,4731:1:0,7994	0,4910:1:0,8155	0,4614:1:0,8078	0,4732:1:0,7960
A	135°41′	134°22′	136°20′	135°42′
B	74°18′	75°42′	72°32′	74°28′
C	123°43′	123°13′	125°11′	123°30′

Spaltbar nach P und $\infty\breve{P}\infty$. — Genau in derselben Form krystallisirt auch der übermangansaure Baryt (BaO, Mn_2O_7).

§. 293. Isomorph sind:

		$a : b : c$
1) Ueberchlorsaures Kali	(KO, ClO_7)	0,7817:1:0,6408
2) Uebermangans. Kali	(KO, Mn_2O_7)	0,7952:1:0,6478
3) Ueberchlorsaures Ammoniumoxyd	(AmO, ClO_7)	0,7926:1:0,6409
4) Uebermangans. Ammoniumoxyd	(AmO, Mn_2O_7)	0,8050:1:0,6519

Digitized by Google

	bei 1)	2)	3)	4)
Für ∞P ist W	76° 2′	76°59′	76°48′	77°40′
» $\bar{P}\infty$ »	78°41′	78°20′	77°55′	78° 0′

Die Krystalle sind prismatisch, $\infty P.\bar{P}\infty$ ähnlich Fig. 278., wo oft $0P$ und andere Flächen hinzutreten. Häufig herrschen die Flächen von $\bar{P}\infty$ vor.

Phosphorsaures Natron (s. g. saures; $NaO,2HO,{}_2PO_5+2HO$) krystallisirt in zwei wesentlich verschiedenen Formen, welche aber beide dem rhombischen System angehören. — Bei der gewöhnlichen Form ist $a:b:c=0{,}9342:1:0{,}9573$; W ist für $\infty P=86°6'$, für $\bar{P}\infty=91°24'$. An der vorwaltenden Combination $\infty P.0P$ treten $\bar{P}\infty, P, \infty\bar{P}\infty$ und andere Flächen untergeordnet auf. — Manchmal krystallisirt es in anderer Form, welche auch die des arsenikſauren Natrons ($NaO,2HO,AsO_5+2HO$) ist. Für diese ist $a:b:c=0{,}8170:1:0{,}4998$. Für P ist $A=133°48'$, $B=122°38'$, $C=76°38'$; W ist für $\infty P=78°30'$, für $\breve{P}\infty=53°7'$, für $2\breve{P}\infty=89°59'$. Die Krystalle zeigen ∞P mit P, wozu noch $\breve{P}\infty$ und $2\breve{P}\infty$ untergeordnet treten.

§. 294. Isomorph sind:

1) Schwefelsaurer Baryt (Schwerspath, BaO,SO_3)
2) Schwefelsaurer Strontian (Cölestin, SrO,SO_3)
3) Schwefelsaures Bleioxyd (Bleivitriol, PbO,SO_3)

Es ist	bei 1)	bei 2)	bei 3)
$a:b:c=$	0,6206:1:0,7618;	0,6060:1:0,7803;	0,6087:1:0,7740
Für ∞P ist W	63°38′	62°26′	62°40′
» $\infty\breve{P}2$ ist W	102°18′	100°56′	101°12′
» $\breve{P}\infty$ ist W	74°36′	75°56′	75°28′
» $\bar{P}\infty$ ist W	101°40′	104°20′	103°38′

1) zeigt die in Fig. 271. bis 275. dargestellten Combinationen (vergl. §. 275.) und andere. 2) krystallisirt in ähnlichen Combinationen, namentlich wie Fig. 275. u. a. (vergl. §. 276.); 3) zeigt meist $\infty\breve{P}2$ vorherrschend. Die drei Substanzen zeigen Spaltbarkeit parallel $\infty\bar{P}\infty$, 1) und 2) sehr vollkommen, 3) weniger; alle drei auch, jedoch weniger vollkommen, parallel $\bar{P}\infty$.

Schwefelsaurer Kalk (Anhydrit, CaO,SO_3). Für ihn ist $a:b:c=0{,}8332:1:0{,}750$. Vorherrschende Form der Krystalle ist das Prisma ∞P mit den Endflächen $0P, \infty\bar{P}\infty, \infty\bar{P}\infty$.

Digitized by Google

Für ∞P ist $W = 79^{\circ}36'$. Sehr vollkommen spaltbar nach $\infty \bar{P} \infty$ und $\infty \breve{P} \infty$, ziemlich nach $0P$ (vergl. §. 258.).

§. 295. Isomorph sind:

		$a : b : c$
1) Kohlens. Kalk (Arragonit,	CaO, CO_2)	0,6215:1:0,7205
2) Kohlens. Baryt (Witherit,	BaO, CO_2)	0,5950:1:0,7413
3) Kohlens. Strontian (Strontianit,	SrO, CO_2)	0,6096:1:0,7237
4) Kohlens. Bleioxyd (Weißbleierz,	PbO, CO_2)	0,6100:1:0,7236

	bei 1)	2)	3)	4)
Für P ist $A =$	$129^{\circ}36'$	$130^{\circ}13'$	$130^{\circ}\ 0'$	$129^{\circ}26'$
» $B =$	$93^{\circ}31'$	$89^{\circ}57'$	$92^{\circ}14'$	$92^{\circ}16'$
» $C =$	$107^{\circ}32'$	$110^{\circ}49'$	$108^{\circ}33'$	$108^{\circ}29'$
Für ∞P ist $W =$	$63^{\circ}44'$	$61^{\circ}30'$	$62^{\circ}44'$	$62^{\circ}46'$
» $\breve{P}\infty$ ist $W =$	$71^{\circ}33'$	$73^{\circ}\ 6'$	$71^{\circ}48'$	$71^{\circ}47'$
» $2\breve{P}\infty$ ist $W =$	$110^{\circ}29'$	$112^{\circ}\ 0'$	$110^{\circ}44'$	$110^{\circ}42'$

1), 2) und 3) erscheinen oft prismatisch, indem $\infty P . \infty \breve{P} \infty$ und $\breve{P}\infty$ vorherrschen (Fig. 288., vergl. §. 264); bei 2) zeigt sich auch häufig die Fig. 264. dargestellte Form; bei 4) auch die Fig. 263. dargestellte, wo auch die Flächen $2\breve{P}\infty$ vorherrschender sind. Hinsichtlich der Zwillingskrystalle vergl. §. 282., 283. und 284. — Die Spaltbarkeit ist bei 1) deutlich nach $\infty \breve{P} \infty$, weniger nach ∞P und $\breve{P}\infty$; bei 2) unvollkommen nach $\infty \breve{P} \infty$, ∞P und $\breve{P}\infty$; bei 3) und 4) ziemlich vollkommen nach ∞P, weniger nach $2\breve{P}\infty$.

Der kohlensaure Kalk ist dimorph (vergl. §. 241.); auch die Mischungen aus kohlensaurem Baryt und kohlensaurem Kalk krystallisiren in Formen verschiedener Systeme (vergl. daselbst.) Für den rhombischen Barytocalcit (Alstonit), welcher in den Formen des Witherits krystallisirt, ist $\breve{P}\infty = 72^{\circ}$, $\infty P = 62^{\circ}$. Aber auch in monoklinometrischen Formen krystallisirt kommt eine Mischung aus kohlensaurem Baryt und Kalk vor.

§. 296. Isomorph sind:

1) Schwefelsaures Zinkoxyd (Zinkvitriol, $ZnO, SO_3 + 7HO$)

2) Schwefelsaures Nickeloxydul (Nickelvitriol. $NiO, SO_3 + 7HO$)

Digitized by Google

3) Schwefelsaure Magnesia (Bittersalz, $MgO, SO_3 + 7HO$)

4) Selensaure Magnesia ($MgO, SeO_3 + 7HO$)

5) Chromsaure Magnesia ($MgO, CrO_3 + 7HO$)

Alle zeigen in Beziehung auf Form und Winkel große Uebereinstimmung; die gewöhnlichsten Combinationen sind die Fig. 253. bis 256. dargestellten (vergl. §. 259. und 279.). Nach dem an 3) angestellten Messungen ist $a : b : c = 0{,}989 : 1 : 0{,}5703$; für P ist $A = 127°22'$, $B = 126°48'$, $C = 78°7'$. Für ∞P ist $W = 89°22'$. Spaltbar nach $\infty \breve{P} \infty$. Der allgemeinen chemischen Formel dieser Salze gehören noch andere Krystallformen an (vergl. §. 179. und 349.).

§. 297. Salpetersaures Uranoxyd ($U_2O_3, NO_5 + 6HO$). $a : b : c = 0{,}874 : 1 : 0{,}6088$. Für P ist $A = 126°54'$, $B = 118°30'$, $C = 84°28'$; für $\breve{P}\infty$ ist $W = 62°40'$. Gewöhnliche Form Fig. 282.

Salpetersaures Silberoxyd (AgO, NO_5). $a : b : c = 0{,}9433 : 1 : 1{,}370$. Für P ist $A = 104°18'$, $B = 98°51'$, $C = 126°48'$; W ist für $\infty \breve{P} 2 = 50°30'$. Gewöhnliche Combination: $P . 0P . \infty \breve{P} 2$ (Fig. 287., vergl. §. 260.); häufig sind 4 in Einer Zone liegende Flächen von P so ausgedehnt, daß sie nebst den 2 Flächen $0P$ dem Krystall das Ansehen eines sechsseitigen Prisma's geben.

Isomorph sind:

1) Phosphorsaures Kupferoxyd (Libethenit, $4CuO, PO_5 + HO$)

2) Arsenikſaures Kupferoxyd (Olivenit, $4CuO, AsO_5 + HO$)

wie denn auch in der letzteren natürlich vorkommenden Verbindung ein Theil der Arsenikſäure durch Phosphorsäure vertreten wird. Es ist

	bei 1)	bei 2)
$a : b : c$ =	0,9158 : 1 : 0,6749	0,9573 : 1 : 0,6894
W für ∞P	84°58'	87°30'
» » $\breve{P}\infty$	68°2'	69°10'

Die Combinationen sind ähnlich Fig. 277., durch Vorherrschen von ∞P und $\breve{P}\infty$.

Digitized by Google

Wolfram ($\frac{Fe}{Mn}O, WO_3$?). $a : b : c = 0{,}8231 : 1 : 0{,}851$. W ist für $\infty P = 78^{\circ}55'$, für $\infty \breve{P}2 = 44^{\circ}44'$, für $\breve{P}\infty = 80^{\circ}48'$, für $\frac{1}{2}\bar{P}\infty = 54^{\circ}40'$. Die Krystalle sind gewöhnlich um die Hauptaxe herum durch ∞P und $\infty \bar{P}\infty$ begrenzt, wozu häufig noch $\infty \bar{P}2$ tritt; an den Enden zeigt sich vorherrschend $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, untergeordneter $\breve{P}\infty$. Von den 4 Flächen $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ sind meistens zwei parallele sehr ausgedehnt, die zwei anderen klein oder gar nicht vorhanden. Spaltbar nach $\infty \breve{P}\infty$.

§. 298. Von kieselsauren Verbindungen mögen genannt werden:

Topas ($[Al_2O_3 + 2Al_2Fl_3] + 6[Al_2O_3, SiO_3]$ nach Berzelius, $2[Al_2O_3, SiO_2] + [Al_2O_3, SiFl_2]$ nach L. Gmelin). $a : b : c = 0{,}5281 : 1 : 0{,}4745$. Für P ist $A = 141^{\circ}7'$, $B = 101^{\circ}52'$, $C = 90^{\circ}55'$. W ist für $\infty P = 55^{\circ}41'$, für $\infty \breve{P}2 = 93^{\circ}8'$, für $2\breve{P}\infty = 87^{\circ}1'$. Combinationen wie Fig. 279. und 280. (vergl. §. 266.) u. a. Sehr vollkommen spaltbar nach $0P$.

Harmotom (und zwar 1) Barytharmotom und 2) Kali- oder Kalkharmotom (Phillipsit); welche Formel diesen isomorphen Verbindungen zukommt, ist nicht mit Sicherheit bestimmt). Es ist bei 1) $a : b : c = 0{,}9781 : 1 : 0{,}684$; für P ist $A = 121^{\circ}28'$, $B = 120^{\circ}1'$, $C = 88^{\circ}44'$. Gewöhnliche Combination beider: $P . \infty \breve{P}\infty . \infty \bar{P}\infty . \breve{P}\infty$, ähnlich Fig. 282., oft auch ohne $\breve{P}\infty$; meist sind die Krystalle Zwillinge (Fig. 294., vergl. §. 284.). Spaltbarkeit am deutlichsten parallel $\infty \bar{P}\infty$.

Olivin (Chrysolith oder Peridot, $3\frac{Mg}{Fe}O, SiO_3$ nach Berzelius, $2\frac{Mg}{Fe}O, SiO_2$ nach L. Gmelin). $a : b : c = 0{,}466 : 1 : 0{,}5867$. W ist für $\infty P = 49^{\circ}58'$, für $\infty \breve{P}2 = 86^{\circ}0'$, für $\breve{P}\infty = 60^{\circ}48'$, für $2\breve{P}\infty = 99^{\circ}7'$, für $\bar{P}\infty = 103^{\circ}6'$. Die Krystalle sind meistens kurz säulenförmig durch das Auftreten der genannten vertikalen Prismen und der Endflächen $\infty \bar{P}\infty$ und $\infty \breve{P}\infty$, an den Enden erscheinen eins oder mehrere der genannten Domen, auch $0P$, aber letzteres selten vorherrschend. — Ziemlich deutlich spaltbar nach $\infty \breve{P}\infty$.

§. 299. Staurolith (chemische Formel nicht mit Sicherheit

Digitized by Google

feſtgeſtellt). $a : b : c = 0{,}4734 : 1 : 0{,}6854$. W iſt für $\infty P = 50°40'$, für $\bar{P}\infty = 110°44'$. Gewöhnliche Combination: $\infty P . \infty \breve{P}\infty . 0P$, manchmal dazu noch $\bar{P}\infty$. Zwillingskryſtalle, z. B. Fig. 295. (vergl. §. 284.). — Ziemlich vollkommen ſpaltbar nach $\infty \breve{P}\infty$.

Galmei (Kieſelzinkerz, $2(3\,ZnO, SiO_3) + 3HO$ nach Berzelius, $2\,ZnO, SiO_2 + HO$ nach L. Gmelin). $a : b : c = 0{,}6385 : 1 : 0{,}6169$. Für $\infty \breve{P}2$ iſt $W = 103°53'$, für $\frac{1}{2}\bar{P}\infty = 51°34'$, für $\breve{P}\infty = 63°20'$, für $2\breve{P}\infty = 101°56'$. Die Kryſtalle ſind kurz ſäulenförmig durch das Vorwalten von $\infty \breve{P}2$ und $\infty \bar{P}\infty$, an den Enden begrenzt meiſt durch $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ oder $\breve{P}\infty$, manchmal an den beiden Enden verſchieden ausgebildet wie Fig. 284. (vergl. §. 280.). Sehr vollkommen ſpaltbar parallel den Flächen von $\infty \breve{P}2$, etwas weniger nach denen von $\breve{P}\infty$.

Lievrit (Ilvait, $(3\,CaO, SiO_3) + 2(3\,FeO, SiO_3) + (2\,Fe_2O_3, SiO_3)$ nach Rammelsberg, $2(2\,FeO, SiO_2) + (Fe_2O_3, SiO_2)$ nach L. Gmelin). $a : b : c = 0{,}6847 : 1 : 0{,}4561$. Für P iſt $A = 142°0'$, $B = 117°34'$, $C = 77°49'$. W iſt für $\infty P = 68°48'$, für $\infty \breve{P}2 = 107°44'$, für $\bar{P}\infty = 67°20'$. Die Combinationen ſind $P . \infty P$ oder $\infty P . \infty \breve{P}2 . P$ (ähnlich Fig. 279.) mit $\bar{P}\infty$, oder $P . \infty \breve{P}2$ (ähnlich Fig. 258.) mit $\bar{P}\infty$ u. a. Unvollkommen ſpaltbar nach $\infty \breve{P}\infty$ und $\infty \bar{P}\infty$.

Desmin (Stilbit, $CaO, SiO_3 + Al_2O_3, 3\,SiO_3 + 6HO$ nach Berzelius, $CaO, 3\,SiO_2 + Al_2O_3, 3\,SiO_2 + 6HO$ nach L. Gmelin). $a : b : c = 0{,}9284 : 1 : 0{,}7558$. Für P iſt $A = 119°15'$, $B = 114°0'$, $C = 96°0'$. Gewöhnliche Combination iſt $P . \infty \bar{P}\infty . \infty \breve{P}\infty$ (ähnlich Fig. 282. ohne $\breve{P}\infty$), mit $0P$. Vollkommen ſpaltbar nach $\infty \breve{P}\infty$.

§. 300. Von organiſchen Verbindungen mögen hervorgehoben werden:

Citronenſäure ($3\,C_4H_2O_4 + 4HO$). $a : b : c = 0{,}6068 : 1 : 0{,}4106$. W iſt für $\infty P = 62°30'$, für $\bar{P}\infty = 68°10'$, für $\breve{P}\infty = 44°39'$, für $2\breve{P}\infty = 78°47'$. Die Kryſtalle zeigen oft vorherrſchend $\infty P . \bar{P}\infty . \breve{P}\infty$ (Fig. 285.), auch mit $\infty \breve{P}\infty$; neben $\breve{P}\infty$, und manchmal ſelbſt ohne daſſelbe, zeigt ſich auch $2\bar{P}\infty$; auch die Flächen von P treten nicht ſelten untergeordnet auf.

Digitized by Google

Zweifach-äpfelsaures Ammoniumoxyd ($AmO, C_4H_2O_4 + HO, C_4H_2O_4$). $a : b : c = 0{,}7 : 1 : 0{,}74$. Für ∞P ist $W = 70^0$, für $\breve{P}\infty = 73^0$, für $\frac{1}{2}\breve{P}\infty = 40^0 36'$. Eine gewöhnliche Combination ist $\infty P . \infty\breve{P}\infty . \breve{P}\infty$ (ähnlich Fig. 288.), auch mit $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, manchmal tafelförmig durch das Vorherrschen von $\infty\breve{P}\infty$. Leicht spaltbar nach $0P$.

Zweifach-äpfelsaurer Kalk ($CaO, C_4H_2O_4 + HO, C_4H_2O_4 + 6HO$). $a : b : c = 0{,}9 : 1 : 0{,}6$ etwa (die Flächen sind stark gestreift). Für ∞P ist $W = 84^0$, für $\breve{P}\infty = 62^0$. Gewöhnliche Combination $\infty P . \breve{P}\infty$ (Fig. 277.) mit $\infty\breve{P}\infty$ und $0P$. Leicht spaltbar nach $\infty\breve{P}\infty$.

Ameisensaurer Baryt (BaO, C_2HO_3). $a : b : c = 0{,}7754 : 1 : 0{,}8842$. Für ∞P ist $W = 75^0 35'$, für $\bar{P}\infty = 97^0 30'$. Gewöhnliche Combination $\infty P . \bar{P}\infty$ (Fig. 278.).

Oxalsaures Ammoniumoxyd ($AmO, C_2O_3 + HO$). $a : b : c = 0{,}78 : 1 : 0{,}74$. Für ∞P ist $W = 75^0 54'$, für $\breve{P}\infty = 73^0$. In den Combinationen ist häufig vorherrschend $\infty P . \breve{P}\infty$ (ähnlich Fig. 277.), wozu noch $\infty\breve{P}\infty$, $\infty\bar{P}\infty$, $0P$ und manchmal einzelne Flächen von $\frac{1}{4}P$ treten.

Zweifach oxalsaures Ammoniumoxyd ($AmO, 2C_2O_3 + 2HO$). $a : b : c = 0{,}4533 : 1 : 0{,}5593$. W ist für $\infty P = 48^0 46'$, für $\breve{P}\infty = 58^0 26'$. Gewöhnliche Combination $\infty P . \breve{P}\infty$ (ähnlich Fig. 277.) mit den drei Endflächen $0P$, $\infty\breve{P}\infty$ und $\infty\bar{P}\infty$.

§. 301. Isomorph sind:

1) Zweifach-weinsaures Kali (Weinstein, $KO, C_4H_2O_5 + HO, C_4H_2O_5$)

2) Zweifach-weinsaures Ammoniumoxyd ($AmO, C_4H_2O_5 + HO, C_4H_2O_5$)

Es ist	bei 1)	bei 2)
$a : b : c$ =	0,7332 : 1 : 0,7133	0,7098 : 1 : 0,6933
Für ∞P ist W	$72^0 30'$	$70^0 44'$
$\breve{P}\infty$	71^0	$69^0 28'$

Die Krystalle zeigen P in Combination mit $\breve{P}\infty$, ∞P und anderen vertikalen Prismen ($\infty\breve{P}2$ und $\infty\breve{P}3$), und den Endflächen $\infty\breve{P}\infty$ und $\infty\bar{P}\infty$. Sehr deutlich spaltbar nach $\infty\bar{P}\infty$.

Isomorph sind: 1) Weinsaures Natron-Kali (Seignettesalz) und 2) Weinsaures Natron-Ammoniumoxyd

Digitized by Google

($NaO, C_4H_2O_5 + \begin{matrix}KO\\AmO\end{matrix}, C_4H_2O_5 + 8HO$). Nimmt man die an ihnen ſich zeigende Pyramide als Grundform, ſo iſt

	bei 1)	bei 2)
$a : b : c$ =	0,8317 : 1 : 0,4372	0,8592 : 1 : 0,4378
Für ∞P iſt W	79°30′	81°28′
$\infty \breve{P} 2$	45°10′	46°30′
$2 \breve{P} \infty$	82°20′	
$\breve{P} \infty$		54°0′

Fig. 270. zeigt eine Combination der bei 1) am häufigſten auftretenden Formen (vergl. §. 266., 267. und 272.); $\breve{P} \infty$ zeigt ſich meiſt nur ſchwach. Bei 2) herrſcht gewöhnlich $\infty \breve{P} 2$ vor, und $P \infty$ zeigt ſich als Abſtumpfung der Kanten zwiſchen $0P$ und $\infty \breve{P} \infty$.

Weinſaures Antimonoxyd-Kali (Brechweinſtein) und weinſaures Antimonoxyd-Ammoniumoxyd ($SbO_3, C_4H_2O_5 + \begin{matrix}KO\\AmO\end{matrix}, C_4H_2O_5 + 2HO$) ſind iſomorph. $a : b : c$ = 0,8923 : 1 : 1,0801. An der Grundform P bildet eine Pyramide $2P$ Zuſchärfungen der Seitenkanten; auch $0P$ tritt auf. Die Kryſtalle ſind oft hemiedriſch verzerrt durch Vorherrſchen abwechſelnder Flächen von P. Spaltbar nach $0P$.

Codein ($C_{35}H_{20}NO_5 + 2HO$?). $a : b : c$ = 0,957 : 1 : 0,817. W iſt für ∞P = 87°30′, für $\breve{P} \infty$ = 78°30′. Gewöhnliche Form $\infty P . \breve{P} \infty$, ähnlich Fig. 277. Spaltbar nach $\breve{P} \infty$.

Digitized by Google

Monoklinometriſches Syſtem.

§. 302. Die Kryſtalle des monoklinometriſchen Syſtems haben drei ungleichartige Aren, von welchen zwei ſchiefwinklig zu einander geneigt ſind, die dritte aber rechtwinklig zu den beiden anderen ſteht. Alle Kryſtalle dieſes Syſtems ſind nach drei Richtungen hin verſchieden ausgebildet; alle laſſen eine ſolche Stellung zu, daß ſie nach oben und unten anders ausgebildet ſind als nach links und rechts und als nach vorn und hinten, und daß die Richtung von oben nach unten einen ſchiefen Winkel macht mit der Richtung von links nach rechts, während die Richtung von vorn nach hinten rechtwinklig iſt ſowohl zu der von oben nach unten als zu der von links nach rechts.

Das monoklinometriſche Syſtem theilt alſo mit dem rhombiſchen (vergl. §. 247.) die Eigenſchaft, drei ungleichartige Aren zu beſitzen; es unterſcheidet ſich von ihm dadurch, daß zwei ſeiner Aren ſchiefwinklig zu einander ſtehen, während in dem rhombiſchen die drei Aren nur rechte Winkel mit einander machen.

Die drei Aren des monoklinometriſchen Syſtems ſind einzelne Aren (vergl. §. 46.). Eine von ihnen iſt inſofern ausgezeichnet, als nur ſie zu den beiden anderen rechtwinklig geneigt iſt. Doch nimmt man nicht die in dieſer Art ausgezeichnete Are als Hauptare an, weil ſich häufiger die Kryſtalle in der Richtung einer von denjenigen Aren prismatiſch ausgebildet finden, welche ſchiefwinklig zu einander ſtehen, und weil ſich in der Richtung der beiden letzteren Aren mehr gleichartige Flächen vorfinden (vergl. §. 308.). Als Hauptare nehmen wir alſo allgemein in

Digitized by Google

diesem System eine von den Aren, welche schiefwinklig zu einander geneigt sind; welche von ihnen dazu erwählt wird, wird durch die Ausbildung des Krystalls bestimmt, in ähnlicher Weise wie die Wahl der Hauptare in dem rhombischen System sich hiernach richtete. Unter den Nebenaren wird diejenige, welche zu der Hauptare schiefwinklig geneigt ist, als Klinodiagonale (schiefstehende) unterschieden; diejenige hingegen, welche sowohl zu der Hauptare als zu der Klinodiagonale rechtwinklig steht, als Orthodiagonale (rechtwinklig stehende) bezeichnet. Die Orthodiagonale ist bei einigen Substanzen größer, bei anderen kleiner als die Klinodiagonale. — Bei der Betrachtung der Krystalle wollen wir uns dieselben immer so gestellt denken, daß die Klinodiagonale (*b*) horizontal in der Richtung von links nach rechts, die Orthodiagonale (*a*) horizontal in der Richtung von vorn nach hinten, und die Hauptare (*c*) in schiefer Richtung von rechts oben nach links unten sich erstrecke (vergl. Fig. 62.). Bei dieser Stellung tritt es am deutlichsten hervor, daß die Hauptare und die Klinodiagonale einen schiefen Winkel mit einander machen; läßt man im Gegentheil die Klinodiagonale die auf den Beobachter zu (von hinten nach vorn) gerichtete Are sein (in welcher Stellung man die Krystalle dieses Systems häufig gezeichnet findet), so ist diese Eigenthümlichkeit weniger in die Augen fallend.

Eine durch die Klinodiagonale und die Orthodiagonale gelegte Ebene heißt der basische Hauptschnitt, eine durch die Klinodiagonale und die Hauptare gelegte der klinodiagonale, eine durch die Hauptare und die Orthodiagonale gelegte der orthodiagonale Hauptschnitt.

§. 303. Für eine jede monoklinometrisch krystallisirende Substanz ist das Größenverhältniß der drei Aren (das der Hauptare und das der Orthodiagonale bezogen auf das der Klinodiagonale als Einheit) und die Größe des Winkels zu bestimmen, welchen die Hauptare mit der Klinodiagonale macht; also im Ganzen drei Größen, welche aus drei von einander unabhängigen Messungen nach den unten (§. 342.) mitzutheilenden Formeln berechnet werden. Wir bezeichnen die Orthodiagonale mit *a*, die Klinodiagonale mit *b*, die Hauptare mit *c*, den spitzen Winkel zwischen beiden letzteren mit *L*. Letzterer ist in seiner Größe bei den ver-

Digitized by Google

verschiedenen in dieses System gehörigen Körpern sehr wechselnd; bei einigen sehr nahe $= 90^0$, bei anderen sehr viel davon verschieden.

Wenn für eine Substanz das Größenverhältniß der Aren $a : b : c$ und der Winkel L gegeben sind, so hat es keine Schwierigkeit, das hierdurch bestimmte Arensystem zu zeichnen. Die (von links nach rechts gehende) Klinodiagonale und die (von vorn nach hinten gerichtete) Orthodiagonale werden in Beziehung auf Lage und relative Größe gerade so gezeichnet, wie es für die Brachy- und Makrodiagonale bei dem rhombischen System (§. 248.) angegeben wurde; die Hauptare aber läßt man in der Zeichnung unter dem gegebenen Winkel L gegen die Klinodiagonale geneigt sein, und zeichnet sie in unverkürzter relativer Größe. Die punktirten Linien in Fig. 62. stellen ein solches klinometrisches Arensystem dar, wo $a : b : c = 1{,}3 : 1 : 1{,}04$, und $L = 75^0$.

Einfache Formen.

§. 304. Als Grundform in diesem System wäre auch wieder eine solche zu betrachten, deren Flächen die drei Aren in verschieden großen Abständen vom Mittelpunkte, z. B. a (auf der Orthodiagonale), b (auf der Klinodiagonale) und c (auf der Hauptare) schneiden. Diese Form wird als monoklinometrische Pyramide bezeichnet (auch als zwei- und eingliedriges Oktaëder, Hemiorthotyp oder Augitoid); Fig. 62. zeigt eine solche *). Aber diese Form ist keine einfache; vier Flächen, welche den spitzen Winkeln des Arensystems gegenüber liegen (die zwei Flächen oben rechts, welche in der Kante A zusammenstoßen, und die zwei entsprechenden unten links), sind unter sich gleich, aber verschieden von den vier Flächen, welche den stumpfen Winkeln des Arensystems gegenüber liegen (von welchen zwei links oben und zwei rechts unten in den mit B bezeichneten Kanten zusammenstoßen). Die zweierlei Flächen sind an einer ideal regelmäßig ausgebildeten monoklinometrischen Pyramide der Größe nach verschieden,

*) Modell 45 stellt eine monoklinometrische Pyramide dar, für welche $a : b : c = 1{,}4 : 1 : 0{,}6$, und $L = 75^0$.

Digitized by Google

sie sind es in Beziehung auf die Winkel der Dreiecke, welche die Flächen bilden. Die zweierlei Flächen sind gänzlich verschiedenartig und unabhängig von einander; parallel den einen kann Spaltbarkeit vorhanden sein, ohne daß dasselbe parallel den anderen stattfindet, und die einen können auftreten, ohne daß die anderen deshalb gleichfalls vorhanden sein müßten; vier gleichartige Flächen einer monoklinometrischen Pyramide (welche zusammen auch als Hemi- [halbe] Pyramide bezeichnet werden) bilden aber noch so sehr vergrößert keine geschlossene Form, sondern ein Prisma, welches gegen die Klinodiagonale und gegen die Hauptaxe schief geneigt ist.

Eine monoklinometrische Pyramide ist also begrenzt durch 8 ungleichseitige Dreiecke, von welchen je 4 und 4 der Form nach übereinstimmen; die 4 den stumpfen Winkeln des Axensystems gegenüberliegenden sind größer als die 4 den spitzen Winkeln des Axensystems gegenüberliegenden. Die Ecken sind dreierlei Art. Die 12 Kanten sind viererlei Art. 4 im basischen Hauptschnitt liegende Seitenkanten (*D*) sind unter sich gleichartig; ebenso 4 im orthodiagonalen Hauptschnitt liegende Endkanten (*C*). Von den 4 im klinodiagonalen Hauptschnitt liegenden Endkanten sind die 2 (*A*), welche den spitzen Winkeln des Axensystems gegenüberliegen, verschieden von den 2 (*B*), welche sich den stumpfen Winkeln gegenüber befinden; erstere sind kürzer und schärfer als letztere. Der basische Hauptschnitt in einer monoklinometrischen Pyramide ist ein Rhombus, ebenso der orthodiagonale; der klinodiagonale ist hingegen ein Rhomboid. — In den Begrenzungselementen der monoklinometrischen Pyramiden herrscht also eine viel größere Ungleichartigkeit, als in denen der ähnlichen Gestalten der vorhergehenden Systeme (vergl. §. 249. und die da angeführten Stellen).

Für die krystallographische Untersuchung und Beschreibung einer jeden monoklinometrisch krystallisirenden Substanz betrachtet man als Grundform eine Pyramide, welche man mit *P* bezeichnet. Von dieser Pyramide können möglicherweise nur die 4 einen oder die 4 anderen Flächen vorkommen, jedenfalls sind die zweierlei Flächen unabhängig von einander, was durch die Bezeichnung ausgedrückt werden muß. Mit $+P$ bezeichnet man die vier Pyramidenflächen, welche den spitzen Winkeln des Axensystems gegen-

Digitized by Google

über liegen (in Fig. 62. die, deren je zwei die Kanten *A* bilden), mit $-P$ die vier, welche den stumpfen Winkeln gegenüberliegen (die, deren je zwei die Kanten *B* bilden). Die $+P$flächen können sich ohne die $-P$flächen zeigen, und umgekehrt; die geschlossene Pyramide, welche sich aus beiden zusammensetzt, ist mit $\pm P$ zu bezeichnen.

§. 305. Außer Flächen der Grundform kommen noch Flächen anderer Pyramiden vor, für welche bei gleicher Größe der Ortho- und der Klinodiagonale die Hauptare auf das *m*fache verkleinert oder vergrößert ist, im Vergleich zu ihrer Größe in der Grundform. Entsprechend dem, was §. 250. über das Vorkommen secundärer Pyramiden in dem rhombischen Systeme bemerkt wurde, werden auch in dem monoklinometrischen solche secundäre Pyramiden mit $\pm mP$ bezeichnet, wo m größer oder kleiner als 1 ist, aber immer ein einfaches und rationales Verhältniß ausdrückt.

Für $m=0$ fallen alle Pyramidenflächen in Eine Ebene zusammen, welche den beiden Nebenaren parallel ist. $0P$ bezeichnet die basische Endfläche. Für $m=\infty$ fallen je eine obere und eine untere Pyramidenfläche von entgegengesetzten Zeichen in Eine Ebene zusammen; es entsteht ∞P, ein schiefes rhombisches Prisma, dessen 4 Flächen gleichartig sind, und dessen basischer Querschnitt durch die vier Seitenkanten *D* der Grundform (Fig. 62.) gegeben ist.

Alle diese Formen, deren Flächen zwischen den Nebenaren in derselben Richtung liegen, wie die Flächen der Grundform, bilden zusammen die Hauptreihe.

§. 306. Ebenso wie die Hauptare, kann auch die Klinodiagonale der Grundform sich der Größe nach verändern und so neue Formen hervorbringen. Den Veränderungscoëfficienten der Klinodiagonalen schreibt man hinter *P* und schließt die ganze Formel in Klammern ein, als (willkürlich angenommenes) Kennzeichen, daß die Veränderungszahl hinter *P* sich auf die Klinodiagonale beziehe. (Die in den Formeln vor *P* stehenden Zahlen zeigen auch in diesem System immer die Größenveränderung der Hauptare an.)

[*Pn*] bedeutet also in diesem System eine Fläche, welche von dem Abstande *a* auf der Orthodiagonale nach *nb* auf der Klinodiagonale und nach *c* auf der Hauptare gerichtet ist, während

Digitized by Google

die Flächen der Grundform sich in der Richtung $a : b : c$ erstrecken. $[Pn]$ bedeutet allgemein eine secundäre Pyramide, welche richtiger $\pm[Pn]$ geschrieben werden muß, weil sie, wie alle monoklinometrischen Pyramiden, zweierlei Flächen hat. Von jeder solchen secundären Pyramide $\pm[Pn]$ lassen sich noch andere ableiten, durch Veränderung der Größe der Hauptaxe: $\pm[mPn]$ im Allgemeinen; für $m=0$ ist das Resultat wieder die basische Endfläche; für $m=\infty$ ein secundäres schiefes rhombisches Prisma $[\infty Pn]$, dessen Flächen der Hauptaxe parallel sind, aber die Ortho- und die Klinodiagonale im Verhältniß $a : nb$ schneiden, während die des Hauptprisma's ∞P von a nach b gerichtet sind. — Man faßt diese Formen, wo die Klinodiagonale auf das $n$fache verändert ist, und n eine meßbare Größe (nicht unendlich groß) ist, als klinodiagonale Zwischenreihe zusammen.

§. 307. Für den Fall, daß die Klinodiagonale unendlich groß ist, geht die Grundform $\pm P$ in ein horizontales Prisma über, welches als klinodiagonales Doma bezeichnet wird; seine Formel ist $[P\infty]$, seine vier Flächen sind gleichartig und sein orthodiagonaler Querschnitt durch die Kanten C der Grundform (vergl. Fig. 62.) gegeben.

Außer dem klinodiagonalen Doma $[P\infty]$ giebt es noch schärfere (mit relativ größerer Hauptaxe): $[mP\infty]$ wo $m>1$, und stumpfere (mit relativ kleinerer Hauptaxe): $[mP\infty]$ wo $m<1$. Für $m=0$ ist das Resultat wieder die basische Endfläche; für $m=\infty$ ist das Resultat $[\infty P\infty]$, das Zeichen einer Fläche, welche der Hauptaxe und der Klinodiagonale, also dem klinodiagonalen Hauptschnitt parallel ist, und deshalb als klinodiagonale Endfläche bezeichnet wird. — Diejenigen Formen, deren Flächen mit der Klinodiagonale parallel gehen, werden als zur klinodiagonalen Grenzreihe oder Nebenreihe gehörig bezeichnet.

§. 308. Entsprechend leiten sich aus der Grundform durch Veränderung der Orthodiagonale die Gestalten der orthodiagonalen Zwischenreihe und der orthodiagonalen Grenz- oder Nebenreihe ab. Die Zahl, welche die Größenveränderung der Orthodiagonalen anzeigt, wird gleichfalls hinter P geschrieben, aber die Formel nicht in Klammern eingeschlossen.

Digitized by Google

$P2$ bedeutet also Flächen einer Form, wo die Orthodiagonale doppelt so groß, die anderen Aren aber gerade so groß, als in der Grundform, während $[P2]$ Flächen einer Form anzeigt, für welche die Klinodiagonale noch einmal so groß ist, als in der Grundform.

In die orthodiagonale Zwischenreihe gehören secundäre Pyramiden $\pm mPn$, und secundäre Prismen ∞Pn, welche der Hauptare parallel sind, deren 4 gleichartige Flächen aber die Orthodiagonale in einem relativ andern Abstande vom Mittelpunkte schneiden, als es bei dem Hauptprisma ∞P der Fall ist.

In die orthodiagonale Grenz- oder Nebenreihe gehört zuvörderst das orthodiagonale Doma $P\infty$, dessen Flächen zwischen der Klinodiagonale und der Hauptare in derselben Richtung liegen, wie die der Grundform, aber mit der Orthodiagonale parallel sind. Die 4 Flächen eines solchen Doma's sind aber nicht gleichartig, sondern die zwei den spitzen Winkeln des Arensystems gegenüberliegenden sind verschieden und unabhängig von den zwei, welche den stumpfen Winkeln des Arensystems gegenüber liegen. Der klinodiagonale Querschnitt eines solchen orthodiagonalen Doma's ist in Fig. 62. durch die Linien A und B gegeben, deren ungleiche Länge die Ungleichartigkeit der Flächen des Doma's andeutet. Jedes orthodiagonale Doma zerfällt in zwei von einander unabhängige Hemidomen*); dasjenige Hemidoma, dessen Flächen den spitzen Winkeln des Arensystems gegenüber liegen (in Fig. 62. durch die Linien A gehen), wird als $+P\infty$, das andere (dessen Flächen durch B gehen) als $-P\infty$ bezeichnet.

Es kommen auch wieder stumpfere und schärfere Hemidomen ($mP\infty$ im Allgemeinen, wo m kleiner oder größer als 1 ist) vor; die Flächen derselben sind aber stets genauer mit $+mP\infty$ oder mit $-mP\infty$ zu bezeichnen, da die einen ohne die anderen auftreten können.

Außer den orthodiagonalen Domen gehört in die orthodiagonale Grenzreihe noch die orthodiagonale Endfläche $\infty P\infty$,

*) Die prismatischen Formen, deren Flächen einer der schief zu einander stehenden Aren parallel sind, haben also 4 gleichartige Flächen; an denen, welche der Orthodiagonale parallel sich erstrecken, sind nur je zwei gegenüberliegende Flächen gleichartig. In der Richtung der letzteren Are finden sich also weniger gleichartige Flächen, als in den Richtungen der ersteren.

Digitized by Google

welche dem orthodiagonalen Hauptschnitt (der Hauptare und der orthodiagonalen Nebenare) parallel ist.

§. 309. In ähnlicher Weise wie für die früheren Systeme läßt sich also das Schema der im monoklinometrischen System möglichen Formen in folgender Art aufstellen:

	$(m<1)$		$(m>1)$		
$0P\infty = 0P$	$\pm mP\infty$	$\pm P\infty$	$\pm mP\infty$	$\infty P\infty$	(1)
$0Pn = 0P$	$\pm mPn$	$\pm Pn$	$\pm mPn$	∞Pn	(2)
$0P$	$\pm mP$	$\pm P$	$\pm mP$	∞P	(3)
$[0Pn] = 0P$	$\pm [mPn]$	$\pm [Pn]$	$\pm [mPn]$	$[\infty Pn]$	(4)
$[0P\infty] = 0P$	$[mP\infty]$	$[P\infty]$	$[mP\infty]$	$[\infty P\infty]$	(5)

In der Mitte des Schema's steht auch hier wieder die Grundform P, aus welcher durch Veränderung der Hauptare die Hauptreihe (3), durch Veränderung der Orthodiagonale die orthodiagonale Zwischenreihe (2) und Grenzreihe (1), durch Veränderung der Klinodiagonale die klinodiagonale Zwischenreihe (4) und Grenzreihe (5) abgeleitet werden.

Combinationen.

§. 310. In dem vorhergehenden (rhombischen) System kam noch Eine Art von geschlossenen einfachen Formen, die Pyramiden, vor; in diesem Systeme giebt es nicht einmal geschlossene Pyramiden, da jede monoklinometrische Pyramide eine Combination von zweierlei ungleichen Flächen, von zwei Hemipyramiden ist. In diesem System giebt es gar keine geschlossene Formen; jeder hierher gehörige vollständig ausgebildete Krystall muß also eine Combination verschiedenartiger Flächen sein.

Für die Beurtheilung der Combinationen sind auch in diesem Systeme gewisse Beziehungen zwischen dem Axenverhältniß verschiedener Formen und der Lage ihrer Combinationskanten (entsprechend den Beziehungen, welche §. 255. bei dem rhombischen System besprochen wurden) von der größten Wichtigkeit. Nämlich:

Je zwei Flächen, welche die Orthodiagonale und die Klinodiagonale in demselben Verhältniß schneiden, bilden Combinationskanten, die dem basischen Hauptschnitt parallel sind.

Je zwei Flächen, welche die Orthodiagonale und die Haupt-

Digitized by Google

are in demselben Verhältniß schneiden, bilden Combinationskanten, die dem orthodiagonalen Hauptschnitt parallel sind.

Je zwei Flächen, welche die Klinodiagonale und die Hauptare in demselben Verhältniß schneiden, bilden Combinationskanten, die dem klinodiagonalen Hauptschnitt parallel sind.

§. 311. Sehr häufig herrschen in den Combinationen des monoklinometrischen Systems das Prisma ∞P und die basische Endfläche $0P$ so vor, daß man diese einfachere Combination (Fig. 63.) als den Ausgangspunkt für die Beschreibung des Krystalls annimmt. Man bezeichnet sie auch oft geradezu als schiefes rhombisches Prisma (auch als Hendyoëder oder Dyhenoëder). Die Endfläche ist auf die im klinodiagonalen Hauptschnitt liegenden Prismakanten (b) gerade, auf die im orthodiagonalen liegenden (a) schief aufgesetzt. Bald sind die ersteren Kanten die schärferen (so z. B. bei dem essigsauren Natron), bald die letzteren (so z. B. bei dem Piperin*).

Diese Combination $\infty P . 0P$ kann einem Rhomboëder sehr ähnlich sehen (und häufig werden Krystalle, welche sie zeigen, unrichtig als rhomboëdrische bezeichnet), wenn (Fig. 62.) die Prismakanten b etwa eben so groß sind, als die Combinationskanten zwischen $0P$ und ∞P (v und w), und der Kantenwinkel b an Größe dem Kantenwinkel v oder dem w ungefähr gleichkommt. Das schwefelsaure Eisenoxydul (Eisenvitriol), namentlich wenn es noch ein anderes Metall (Kupfer z. B.) enthält, zeigt häufig die Form Fig. 312. **a**, wenn man sich die mit $+P\infty$ bezeichneten Flächen weg und den Krystall so begrenzt denkt, wie es die feineren Linien andeuten. Diese Form wurde früher für ein spitzes Rhomboëder gehalten, dessen Endecken da liegen, wo in Fig. 312. **a** die feineren Linien zusammenstoßen. Aber diese Form ist nicht rhomboëdrisch; in diesem Falle müßten sämmtliche Flächen gleichartig sein, während an dem Eisenvitriol sehr vollkommene Spaltbarkeit parallel den Flächen $0P$, und merklich unvollkommenere parallel den Flächen ∞P stattfindet. Wäre der

*) Modell 45 zeigt eine Grundform $\pm P$ (vergl. §. 304.), Modell 46 dieselbe mit ∞P, Modell 49 dieses Prisma ∞P mit $0P$. Es ist hier die orthodiagonale Prismakante die schärfere; Modell 52 zeigt dagegen ein Prisma ∞P, wo die orthodiagonale Prismakante die stumpfere ist, in Combination mit $0P$.

Digitized by Google

Krystall rhomboëdrisch, so müßten die Flächen in den drei Kanten, die zu einem vermeintlichen Endeck hinführen, unter demselben Winkel zu einander geneigt sein; aber an dem Eisenvitriol macht die Fläche $0P$ oben mit ∞P vorn rechts einen Winkel von 80°37′, während ∞P vorn rechts mit ∞P hinten rechts einen Winkel von 82°21′ macht. Wäre der Krystall rhomboëdrisch so müßte bei Abstumpfung eines Endecks die Abstumpfungsfläche ($0P$ des heragonalen Systems) ein gleichseitiges Dreieck und auf den drei anliegenden Rhomboëderflächen gerade aufgesetzt sein; an dem Eisenvitriol kommt eine Abstumpfungsfläche ($+P\infty$) des vermeintlichen Endecks des Rhomboëders vor, aber diese Fläche ist ein gleichschenkliches Dreieck, und sie ist nur auf $0P$ gerade, auf ∞P dagegen schief aufgesetzt. Es lassen sich leicht noch andere Merkmale auffinden (vergl. §. 325.), die schiefe rhombische Säule, $\infty P . 0P$, von dem Rhomboëder zu unterscheiden; die hier angeführten genügen, die Krystallform des Eisenvitriols als monoklinometrisch, und als nicht rhomboëdrisch, erkennen zu lassen.

§. 312. Die klinodiagonalen (im klinodiagonalen Hauptschnitt liegenden) Kanten des Prisma's ∞P werden durch das orthodiagonale Flächenpaar $\infty P\infty$ gerade abgestumpft. Fig. 308. zeigt $\infty P . 0P . \infty P\infty$, wie es an dem Zucker leicht beobachtet wird *). Ist diese Combination nur an dem Einen Ende der Orthodiagonale ausgebildet, so könnte man sie und die hemiëdrische Combination $\infty P . +\frac{P}{2}$ des rhombischen Systems (wenn diese nur an dem Einen Ende der Hauptare ausgebildet ist) verwechseln, wenn man an letzterer (vergl. Fig. 255., Mod. 43) zwei Flächen $+\frac{P}{2}$ als zu dem schiefen rhombischen Prisma gehörig, zwei Flächen ∞P als die basischen und die zwei anderen als die orthodiagonalen Endflächen betrachtete. Bei vollkommen ausgebildeten Krystallen ist die Verwechselung nicht möglich, weil bei der genannten hemiëdrischen Combination die Richtungen der Kanten, welche den Krystall an beiden Enden begrenzen, sich kreuzen (vergl. §. 279.); bei unvollkommen ausgebildeten liegt ein An-

*) Modell 52 zeigt $\infty P . 0P$, Modell 53 $\infty P . 0P . \infty P\infty$.

Digitized by Google

haltspunkt zur Unterscheidung in dem Umstande, daß an dem rhombischen Krystall die 4 Flächen ∞P gleichartig, an dem monoklinometrischen aber $0P$ und $\infty P\infty$ ungleichartig sind.

Die orthodiagonalen Kanten des Prisma's ∞P werden abgestumpft durch die klinodiagonalen Endflächen $[\infty P\infty]$; so sind sie es in der Fig. 307. dargestellten Form des essigsauren Natrons, oder in der Fig. 313. a dargestellten des Eisenvitriols *).

Die Combination $\infty P . \infty P\infty$ oder $\infty P . [\infty P\infty]$ kann einem hexagonalen Prisma ähnlich sehen; die Unterscheidungsmerkmale ergeben sich leicht aus dem, was §. 264. bezüglich der ähnlichen rhombischen Combinationen bemerkt wurde. (Vergl. auch §. 328.)

§. 313. Wenn die basischen Endflächen $0P$ und die orthodiagonalen $\infty P\infty$ vorherrschen, so begrenzen sie den Raum in ähnlicher Weise, wie ein rhombisches Prisma, sind aber durch die Ungleichartigkeit der Flächen davon zu unterscheiden. Die genannten zwei Flächen herrschen z. B. vor bei dem gewässerten schwefelsauren Natron (Glaubersalz), Fig. 335., aber hier findet sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $\infty P\infty$, sehr wenige nach $0P$ statt, was die zweierlei Flächen deutlich als ungleichartige erkennen läßt. Die zweierlei Flächen herrschen vor bei dem Zucker, Fig. 308.; man könnte sie vielleicht für gleichartig, für Flächen eines rhombischen Prisma's, halten, und die (Fig. 309.) mit $+P\infty$ bezeichneten Flächen, welche sich auch häufig an dieser Substanz finden, für Abstumpfungsflächen zweier Kanten dieses Prisma's. Aber $+P\infty$ ist zu den zwei anliegenden vermeintlichen Prismaflächen keineswegs unter demselben Winkel geneigt; es macht mit $0P$ einen Winkel von $140°56'$, mit $\infty P\infty$ einen Winkel von $115°48'$, was die Ungleichartigkeit beider Flächen, und daß sie zusammengehörige Prismaflächen nicht sind, erkennen läßt. (Vergl. noch §. 326.)

§. 314. Wenn die basischen Endflächen $0P$ und die klinodiagonalen $[\infty P\infty]$ vorherrschen, so begrenzen sie den Raum in ähnlicher Weise wie ein quadratisches Prisma, oder wie die Combination zweier Endflächen des rhombischen Systems (vergl.

*) An Mod. 47 ist die vorwaltende Form ein schiefes rhombisches Prisma; Mod. 48 zeigt dasselbe mit abgestumpften orthodiagonalen Kanten.

Digitized by Google

§. 257.), da sie rechtwinklig zu einander geneigt sind; so in der Fig. 323. dargestellten Form des Feldspaths. Von dem quadratischen Prisma unterscheidet sich die monoklinometrische Combination $0P.[\infty P\infty]$ durch die Ungleichartigkeit ihrer Flächen; so ist an dem Feldspath (Fig. 323.) vollkommenere Spaltbarkeit parallel $0P$, als parallel $[\infty P\infty]$ vorhanden; ebenso auch dadurch, daß bei vollständiger Begrenzung die Flächen $0P$ anders gestaltet und zu den übrigen Flächen anders gelegen sind, als die $[\infty P\infty]$. — Von der rhombischen Combination zweier Endflächen unterscheidet sich die monoklinometrische $0P.[\infty P\infty]$ dadurch, daß $0P$ nach Einer Seite hin anders begrenzt ist, als nach der anderen (vergl. die Feldspathform Fig. 323.). Letzteres wird später (§. 324.) noch ausführlicher erörtert, und überhaupt die Unterscheidung der Combination $0P.[\infty P\infty]$ noch einmal (§. 329.) besprochen werden.

Solche Begrenzung des Raumes durch vorwaltende rechtwinklig zu einander geneigte Flächen kann auch hervorgebracht werden durch das Vorherrschen der orthodiagonalen und der klinodiagonalen Endflächen, $\infty P\infty$ und $[\infty P\infty]$. Sie findet sich z. B. auf diese Art an dem Kobaltcyanidkalium (Fig. 302.), an dem Borax (Fig. 311.). Sie wird von den genannten Formen anderer Systeme, mit welchen sie Aehnlichkeit hat, wie eben angegeben, unterschieden.

§. 315. Herrschen die dreierlei Endflächen, $0P$, $\infty P\infty$, $[\infty P\infty]$ vor (wie in Fig. 64. oder Mod. 51, wo sie allein den Raum begrenzen), so entsteht eine Form, welche manchmal als schiefes rectanguläres Prisma bezeichnet wird. Man könnte dieselbe verwechseln mit einem verzerrten (vergl. §. 278.) rhombischen Prisma, welches durch Endflächen begrenzt ist, indem man (Fig. 64.) $[\infty P\infty]$ für die Endfläche, $0P$ und $\infty P\infty$ für Prismaflächen hielte; man unterscheidet sie daran, daß die vermeintlichen Prismaflächen nicht gleichartig sind. Die in Fig. 64. allein dargestellten Flächen herrschen z. B. manchmal vor bei dem Borax, aber es findet keine Spaltbarkeit statt parallel $0P$, während solche statt hat parallel $\infty P\infty$.

§. 316. Die Combinationskanten zwischen $0P$ und ∞P (Fig. 63) sind zweierlei Art: schärfere w und stumpfere v. Diese Kanten sind ungleichartig, und sie werden auch von ungleich-

Digitized by Google

artigen Flächen abgestumpft, nämlich erstere von den + Flächen, letztere von den — Flächen (vergl. §. 304.) der Grundform $\pm P$ oder irgend einer Pyramide der Hauptreihe $\pm mP$*). So finden sich an dem ameisensauren Kupferoxyd (Fig. 306.), so an dem essigsauren Kupferoxyd (Grünspan) (Fig. 304.) die schärferen Combinationskanten zwischen $0P$ und ∞P durch $+P$ abgestumpft; so an dem essigsauren Natron (Fig. 307.), an dem Eisenvitriol (Fig. 317.) die stumpferen Combinationskanten durch $-P$. Hemipyramiden derselben Ordnung, aber von verschiedenen Axenverhältnissen, können die Kanten zwischen $0P$ und ∞P ersetzen; so findet man an dem Tinkal (natürlichem Borax) die schärferen Kanten zwischen $0P$ und ∞P häufig durch $+P$ und $+2P$ ersetzt (Fig. 310.). Auch die zwei Hemipyramiden derselben Pyramide treten manchmal in dieser Art auf; so stumpft an dem phosphorsauren Natron-Kali (Fig. 345.) $+P$ die schärferen, $-P$ die stumpferen Combinationskanten zwischen P und ∞P ab; aber die + und die — Flächen von P sind auch hier wieder ganz unabhängig von einander; die einen können untergeordneter oder selbst verschwunden sein, ohne daß es auch die anderen zu sein brauchen. Manchmal kommt es auch vor, daß an der Stelle der stumpferen Kanten zwischen $0P$ und ∞P sich eine — Hemipyramide, an der Stelle der schärferen Kanten sich mehrere + Hemipyramiden finden, oder umgekehrt; so zeigt eine Varietät des Augits (Fig. 327.) die stumpferen Kanten zwischen $0P$ und ∞P durch $-P$, die schärferen durch $+P$ und $+2P$ ersetzt.

§. 317. Die Flächen $\pm P$ zeigen sich manchmal ziemlich im Gleichgewicht in Verbindung mit dem Hauptprisma ∞P**); so an dem Gyps (Fig. 296), wo aber auch noch die klinodiagonalen Endflächen $[\infty P\infty]$ hinzutreten (Fig. 297.); so an dem Ferridcyankalium (Eisencyanidkalium, Fig. 300.), wo noch die orthodiagonalen Endflächen $\infty P\infty$ zugegen sind. Aber dieses Gleichgewicht der + und — Flächen von P ist etwas zufälliges: die — Flächen von P können auch die vorwaltenden oder ganz ohne die + Flächen zugegen sein, und umgekehrt. Fig. 297. zeigt

*) Modell 49 zeigt $\infty P\,.\,0P$; Modell 50 $\infty P\,.\,0P\,.\,-P$.

**) Modell 45 zeigt $\pm P$ (vergl. §. 304.), Modell 46 $\pm P\,.\,\infty P$, Modell 47 $+P\,.\,\infty P$, Modell 48 $+P\,.\,\infty P\,.\,[\infty P\infty]$.

Digitized by Google

eine Combination des Gypses $\infty P.[\infty P\infty]$ mit $+P$ und $-P$, Fig. 298. (wo die punktirten Linien jetzt nicht zu beachten sind) eine Form desselben Körpers, wo $\infty P.[\infty P\infty]$ nur mit $-P$ combinirt sind. Fig. 332. zeigt im Gegentheil eine gewöhnliche Form des krystallisirten kohlensauren Natrons (der Soda), wo mit ∞P und $[\infty P\infty]$ nur die $+$ Flächen der Grundform P combinirt sind.

Es können diese Combinationen, wenn die Flächen der Hemipyramide ($-P$ in Fig. 298., $+P$ in Fig. 332.) etwa in derselben Ausdehnung vorhanden sind wie die Prismaflächen ∞P, Aehnlichkeit mit einer abgestumpften rhombischen Pyramide haben; in den angeführten Formen könnte man die Flächen $[\infty P\infty]$ für Endflächen, die anderen für Rhombenpyramidenflächen halten. Man vermeidet den Irrthum durch die Untersuchung der Winkel; in der monoklinometrischen Combination $\infty P.[\infty P\infty]$ mit $+P$ oder $-P$ machen je zwei $+$ oder $-P$flächen einen anderen Winkel mit einander, als zwei zusammenstoßende ∞Pflächen, während bei der Rhombenpyramide die Flächen in allen Kanten, welche in demselben Hauptschnitt liegen, unter demselben Winkel zusammenstoßen.

§. 318. In der Combination $0P.\infty P\infty.[\infty P\infty]$ (Fig. 64.) bildet $0P$ mit $\infty P\infty$ und $[\infty P\infty]$ zweierlei Ecken, spitzere w und stumpfere v. Erstere werden abgestumpft durch $+$ Flächen, letztere durch $-$ Flächen einer Pyramide. So zeigt Fig. 311. an einer Form des Borax die Flächen $0P.\infty P\infty.[\infty P\infty]$, wo die spitzeren Combinationsecken durch $+P$ und $+2P$ (x) ersetzt sind. So kann man die Fig. 302. dargestellte Form des Kobaltcyanidkaliums betrachten als $\infty P\infty.[\infty P\infty]$, wo die spitzeren Ecken, welche diese Flächen mit $0P$ bilden würden, durch $+P$, die stumpferen durch vorherrschendere Flächen von $-P$ ersetzt sind.

§. 319. Die Ecken, welche $0P$ in der Combination mit ∞P bildet (Fig. 63.), sind dreierlei Art. In dem orthodiagonalen Hauptschnitt liegen 4 $[x]$, welche unter sich gleichartig sind. Sie werden abgestumpft durch ein klinodiagonales Prisma $[P\infty]$ oder $[mP\infty]$. So sind diese Ecken in der Fig. 309. dargestellten From des Zuckers, auch in der Fig. 314. b dargestellten Form des Eisenvitriols, durch $[P\infty]$ abgestumpft.

Digitized by Google

In dem klinodiagonalen Hauptschnitt der Combination $0P.\infty P$ (Fig. 63.) liegen gleichfalls 4 Ecken, aber diese sind zweierlei Art. Zwei spitzere, z, liegen den spitzen Winkeln des Axensystems, zwei stumpfere, y, den stumpfen gegenüber. Erstere werden abgestumpft durch die + Flächen der orthodiagonalen Domen (vergl. §. 308.), letztere durch die — Flächen derselben. So sind in Fig. 312. **a** und 313. **a**, Formen des Eisenvitriols, die schärferen Ecken abgestumpft durch $+P\infty$; und dieselben in Fig. 318., einer Form des Feldspaths, und Fig. 304., einer Form des Grünspans, durch $+2P\infty$. So sind in Fig. 314. **a**, einer Form des Eisenvitriols, die stumpferen Ecken abgestumpft durch $-P\infty$. Manchmal auch werden solche Ecken durch Flächen mehrerer orthodiagonalen Hemidomen ersetzt; so in Fig. 346. (einer Form des phosphorsauren Natron-Ammoniumoxyds) die spitzeren Ecken zwischen $0P$ und ∞P in dem klinodiagonalen Hauptschnitt durch die Flächen $+2P\infty$ und $+4P\infty$.

Werden in der eben besprochenen Combination $\infty P.0P.+P\infty$ (vergl. Fig. 312. **a**) letztere Flächen so vorherrschend, daß die im klinodiagonalen Hauptschnitt liegenden Prismakanten ganz verschwinden (wie in Fig. 312. **b**, Eisenvitriol), so kann die Combination einige Aehnlichkeit mit dem Oktaëder erhalten, wovon sie indeß leicht dadurch zu unterscheiden ist, daß keine einzige Fläche gleichseitig dreieckig ist, daß die Flächen dreierlei Art, und je 4 in einer Ebene liegende Kanten zweierlei Art sind (oder die Flächen in ihnen unter zweierlei Winkeln zusammenstoßen). Diese oktaëderähnliche Combination findet sich manchmal an dem Eisenvitriol, auch an dem gewässerten salpetersauren Strontian.

§. 320. Die Kanten, welche $0P$ mit den klinodiagonalen und mit den orthodiagonalen Endflächen bildet (vergl. Fig. 64.), sind folgende. Mit den klinodiagonalen Endflächen $[\infty P\infty]$ bildet es 4 gleichartige Kanten vw; diese werden abgestumpft durch die Flächen irgend eines klinodiagonalen Doma's, wie z. B. in Figur 314. **b** (Eisenvitriol) durch $[P\infty]$, in Fig. 323. (Feldspath) durch $[2P\infty]$. Mit den orthodiagonalen Endflächen $\infty P\infty$ bildet aber $0P$ zweierlei Kanten (vergl. Fig. 64.); zwei schärfere ww, den spitzen Winkeln des Axensystems gegenüberliegende, und zwei stumpfere vv, den stumpfen gegenüberliegende. Erstere werden abgestumpft durch die +, letztere durch die — Flächen irgend eines

Digitized by Google

orthodiagonalen Doma's. So stumpft an dem Zucker (Fig. 309.), und dem Glauberſalz (Fig. 335.) $+P\infty$, ſo an dem doppelt kohlenſauren Kali (Fig. 334.) $+2P\infty$ die ſchärferen Combinationskanten zwiſchen $0P$ und $\infty P\infty$ ab; ſo an dem letzterwähnten Salz $-P\infty$ die ſtumpferen Combinationskanten zwiſchen den genannten zweierlei Flächen.

§. 321. Die in dem klinodiagonalen Hauptſchnitt liegenden Kanten irgend einer Hemipyramide $+mP$ werden durch das orthodiagonale Hemidoma $+mP\infty$, ebenſo dieſe Kanten von $-mP$ durch $-mP\infty$ gerade abgeſtumpft. So ſtumpft $+P\infty$ am phosphorſauren Natron-Kali (Fig. 345.) die zwiſchen je zwei $+P$flächen liegenden Kanten, ſo $-P\infty$ am Eiſenvitriol (Fig. 315. **a**) die zwiſchen je zwei $-P$flächen liegenden Kanten ab, unter Hervorbringung paralleler Combinationskanten. Hemidomen, welche die Klinodiagonale und die Hauptaxe in einem anderen Verhältniß ſchneiden, als es die Flächen einer Hemipyramide thun, erſetzen die im klinodiagonalen Hauptſchnitt liegenden Kanten der letzteren unter Bildung *nicht* paralleler Combinationskanten, und zwar bringt irgend eine Hemipyramide mit einem ſtumpferen Hemidoma Combinationskanten hervor, die nach den Enden des Kryſtalls zu *divergiren*, mit einem ſchärferen hingegen ſolche, die nach den Enden des Kryſtalls zu *convergiren*. So kommt an dem Eiſenvitriol (Fig. 315. **a**) außer $-P\infty$, deſſen Flächen mit $-P$ parallele Combinationskanten bilden, auch das ſtumpfere Hemidoma $-\frac{1}{3}P\infty$ vor, und dieſes bildet mit $-P$ Combinationskanten, welche nach dem nächſt gelegenen Ende des Kryſtalls (die oberen nach dem oberen, die unteren nach dem unteren Ende der Hauptaxe) *divergiren*. In Fig. 315. **a**, wo (wie in der Regel bei den hier mitgetheilten Zeichnungen) die Klinodiagonale von links nach rechts, die Orthodiagonale auf den Beobachter zu gerichtet iſt, erſcheint dieſe Fläche $-\frac{1}{3}P\infty$ nicht deutlich; man ſieht ſie beſſer, wenn man ſich den Kryſtall ſo geſtellt denkt, daß die Klinodiagonale auf den Beobachter zu und die Orthodiagonale von links nach rechts gerichtet iſt, und in dieſer Stellung zeigt Fig. 315. **b** denſelben Kryſtall. An dem Grünſpan (Fig. 304.), an dem ſchwefelſauren Nickeloxydul-Kali (Figur 339.) und vielen anderen monoklinometriſchen Kryſtallen kommt mit $+P$ das ſchärfere Hemidoma $+2P\infty$ vor, und bildet mit

Digitized by Google

$+P$ Combinationskanten, welche nach den nächst gelegenen Enden des Krystalls zu convergiren. Diese in Verbindung mit $+P$ und ∞P häufig vorkommenden Flächen $+2P\infty$ sind daran leicht kenntlich, daß je eine ihrer Combinationskanten zu $+P$ je einer zu ∞P parallel ist (vergl. Fig 304.); ebenso bildet $-2P\infty$ in Combination mit $-P$ und ∞P Flächen, welche durch parallele Kanten begrenzt sind (so an dem phosphorsauren Natron-Ammoniumoxyd, Fig. 346.). — An der Fig. 322. dargestellten Form des Feldspaths sieht man gleichfalls deutlich die Verschiedenheit in der Combination schärferer oder stumpferer Hemidomen mit einer Hemipyramide. Die im klinodiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten von $+P$ sind durch Flächen mehrerer Hemidomen ersetzt; das eine bildet mit $+P$ parallele Combinationskanten, und ist also $+P\infty$; ein anderes nach dem nächsten Ende des Krystalls hin divergirende, und ist also ein stumpferes Hemidoma, $+mP\infty$ wo $m<1$ (eine Messung ist nöthig, um m genauer zu $^2/_3$ zu bestimmen); ein drittes nach dem nächsten Ende des Krystalls hin convergirende, und ist also $+mP\infty$ wo $m>1$ (daß m hier $=2$, sieht man dann aus dem Parallelismus der sich gegenüberliegenden Combinationskanten zu ∞P und zu $+P$).

§. 322. Ein klinodiagonales Doma bildet mit einer Hemipyramide, deren Flächen die Orthodiagonale und die Hauptaxe in demselben Verhältniß schneiden, Combinationskanten, welche dem orthodiagonalen Hauptschnitt parallel sind; so $[P\infty]$ mit $-P$ an dem Eisenvitriol (Fig. 317.), mit $+P$ an dem Glaubersalz (Fig. 335.). Mit den zwei zusammengehörigen Hemipyramiden $+P$ und $-P$ (welche sich z. B. an dem phosphorsauren Natron-Kali Fig. 345. vorfinden) würde $[P\infty]$ parallele Combinationskanten bilden. $[P\infty]$ ist das am häufigsten vorkommende klinodiagonale Doma; nächst ihm $[2P\infty]$, daran kenntlich, daß es nach $+P$ (oder $-P$) und nach ∞P hin parallele Combinationskanten bildet (so an der Fig. 322. dargestellten Form des Feldspaths).

Wenn ein orthodiagonales Hemidoma, allgemein $\pm mP\infty$, zu der Combination des Prisma's ∞P mit einem klinodiagonalen Doma $[nP\infty]$ tritt, so läßt sich leicht sehen, ob $m=n$ ist, indem in diesem Fall $[nP\infty]$ parallele Combinationskanten nach ∞P und nach $\pm mP\infty$ hin bildet. (Vergl. Fig. 331., eine

Digitized by Google

Form des chlorsauren Baryts $\infty P . [P\infty] . -P\infty$, wo also $m=n=1$.)

§. 323. Außer dem Prisma ∞P kommen noch andere, secundäre, Prismen vor, deren Flächen der Hauptare parallel gehen, allgemein ∞Pm und $[\infty Pm]$, in welchen Zeichen wir immer $m>1$ voraussetzen wollen. Ein Prisma ∞Pm bringt Zuschärfungen der im klinodiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten von ∞P hervor (so $\infty P3$ in der Fig. 338. dargestellten Form des gewässerten salpetersauren Strontians), oder Abstumpfungen der Combinationskanten zwischen ∞P und $\infty P\infty$ (so $\infty P2$ in der Fig. 345. dargestellten Form des phosphorsauren Natron-Kali's). Ein Prisma $[\infty Pm]$ bringt Zuschärfungen der im orthodiagonalen Hauptschnitt liegenden Kanten von ∞P hervor, oder Abstumpfungen der Combinationskanten zwischen ∞P und $[\infty P\infty]$ (so $[\infty P2]$ an der Fig. 337. dargestellten Form des unterschwefligsauren Natrons, oder an der Fig. 339. gezeichneten Form des schwefelsauren Nickelorydul-Kali's und anderer damit isomorpher Doppelsalze; entsprechend finden sich an der Fig. 323. dargestellten Form des Feldspaths manchmal die Kanten zwischen $[\infty P\infty]$ und ∞P durch $[\infty P3]$ abgestumpft).

Außer den Flächen der Grundform $\pm P$ kommen Flächen noch anderer Pyramiden vor, doch meistens solcher, welche gleiche Basis mit der Grundform und relativ verschiedene Hauptare haben; so z. B. an dem Borax und an dem Augit (Fig. 310. und 327.) außer $+P$ auch $+2P$. Seltener kommen Flächen von Pyramiden aus der klino- oder der orthodiagonalen Zwischenreihe vor; an dem Eisenvitriol zeigt sich z. B. manchmal $+[2P2]$, und stumpft die Combinationskanten zwischen $[P\infty]$ und ∞P ab (Fig. 317.).

§. 324. Aus dem, was hier mitgetheilt wurde, ergiebt sich, daß die monoklinometrischen Combinationen mit denen des rhombischen Systems viele Uebereinstimmung zeigen; der hauptsächlichste Unterschied liegt darin, daß in den ersteren Hemipyramiden und Hemidomen auftreten, während in den letzteren im Allgemeinen die Pyramiden und die Domen sich immer mit allen Flächen zeigen. Eine Krystallform des rhombischen Systems ist von den Stellen wo die Hauptare ausmündet, nach beiden Seiten in dem makrodiagonalen Hauptschnitt gleich ausgebildet, und ebenso

Digitized by Google

nach beiden Seiten in dem brachydiagonalen; ein rhombischer Krystall, richtig gestellt, ist oben vorn ausgebildet wie oben hinten, und oben rechts wie oben links. Die monoklinometrischen Krystallformen sind hingegen in dem klinodiagonalen Hauptschnitt anders ausgebildet gegenüber den spitzen Winkeln als gegenüber den stumpfen Winkeln des Axensystems; ein monoklinometrischer Krystall, so gestellt wie oben §. 302. angegeben wurde, ist zwar auch oben vorn so ausgebildet wie oben hinten, aber oben rechts anders als oben links.

§. 325. In dem Vorstehenden sind die wichtigsten Combinationen der verschiedenen einfachen Formen dieses Systems abgehandelt. Wir wollen hier noch einige namentlich unter dem Gesichtspunkt durchgehen, wie sie von ähnlichen Krystallformen anderer Systeme zu unterscheiden sind.

Es wurde bereits (§. 311.) der Aehnlichkeit der Combination $\infty P.0P$ mit einem Rhomboëder erwähnt, und angeführt, wie eine Fläche als Unterscheidungsmerkmal dienen kann, welche bei rhomboëdrischer Krystallform als Endfläche zu bestimmen wäre. Gemischte schwefelsaure Doppelsalze, z. B. kobalthaltiges schwefelsaures Nickeloxydul-Kali, krystallisiren zuweilen in einer Form, welche einem stumpfen Rhomboëder sehr ähnlich sieht, etwa wie Fig. 63., wo y die Endecken des scheinbaren Rhomboëders darstellt. Man findet meist die mit z bezeichneten Ecken abgestumpft durch Flächen, welche auf die Kanten b gerade aufgesetzt sind; man könnte diese Flächen für die eines spitzeren Rhomboëders entgegengesetzter Ordnung halten, von der Voraussetzung ausgehend, die Ecken z und x seien die Seitenecken des vorherrschenden Rhomboëders. Aber es muß da auffallen, daß nur die zwei sich gegenüberliegenden Ecken z abgestumpft sind, und nicht die vier Ecken x; die Regelmäßigkeit, welche hierin liegt, macht es unwahrscheinlich, daß dieser Umstand auf unvollkommener Ausbildung der Combination beruhe, und giebt wenigstens Anlaß, die Krystallform genauer zu untersuchen. Da findet sich denn, daß die Flächen in den vermeintlichen Endkanten des Rhomboëders (b und v) keineswegs unter demselben Winkel zusammenstoßen, sondern in b unter etwa $108\frac{1}{2}^0$, in v unter $102\frac{1}{2}^0$. Der Krystall ist monoklinometrisch: $\infty P.0P$, wo die schärferen Ecken im klinodiago-

Digitized by Google

nalen Hauptschnitt durch ein Hemidoma $+mP\infty$ abgestumpft sind.

Es ist leicht einzusehen, mit welchen monoklinometrischen Combinationen andere rhomboëdrische Formen Aehnlichkeit haben. Fig. 312. a zeigt eine rhomboëderähnliche Combination $\infty P.0P$ (vergl. §. 311.); würden hier noch $+P$ und $\infty P\infty$ auftreten, so könnte eine Form entstehen, welche der Combination eines Rhomboëders mit seinem ersten stumpferen (vergl. §. 209. und 210.) ähnlich wäre.

§. 326. Der möglichen Verwechslung eines rhombischen Prisma's mit einer Combination ungleichartiger Flächen aus dem monoklinometrischen System wurde schon §. 313. erwähnt. An der Fig. 333. dargestellten Form des anderthalb kohlensauren Natrons (der Trona) könnte man (bei anderer Stellung) die Flächen $0P$ und $+P\infty$ für die 4 Flächen eines geraden rhombischen Prisma's, und die Flächen ∞P für die eines horizontalen Prisma's halten; es findet sehr vollkommene Spaltbarkeit statt nach $+P\infty$, aber nicht nach $0P$, und die in Fig. 333. mit ∞P bezeichnete Fläche vorn links macht mit $0P$ einen anderen Winkel, als ∞P vorn rechts mit $+P\infty$, was sich mit jener Bestimmung nicht vereinigen läßt und sie widerlegt. — An der Fig. 336. gezeichneten Form der Oxalsäure könnte man (bei anderer Stellung) $+P\infty$ und $-P\infty$ für Flächen eines geraden rhombischen Prisma's halten (beide stoßen unter 127°16′ zusammen), $0P$ für die brachydiagonale Endfläche, ∞P für die Flächen eines makrodiagonalen, $[P\infty]$ für die eines brachydiagonalen Prisma's. Aber $0P$ ist gegen die angrenzenden Flächen $+P\infty$ und $-P\infty$ nicht gleich geneigt, sondern gegen die erstere unter 103°24′, gegen letztere unter 129°20′, eine Fläche ∞P macht mit den anstoßenden Flächen $+P\infty$ und $-P\infty$ verschiedene Winkel, was sich mit der Annahme einer gerade rhombischen Combination nicht verträgt. — An der Fig. 344. gezeichneten Form der gewässerten kohlensauren Magnesia könnte man ebenso $0P$ und $\infty P\infty$ für die Flächen eines geraden rhombischen Prisma's, $[P\infty]$ und ∞P für Pyramidenflächen, von welchen 4 in Einer Zone befindlichen zufällig vorwaltend wären (vergl. §. 278.), $[\infty P\infty]$ für die basische Endfläche halten; aber $[P\infty]$ macht mit $0P$ einen Winkel von $120\frac{1}{2}°$, während ∞P mit $\infty P\infty$ einen Winkel von $133\frac{1}{4}°$ bildet. Wäre die Combination rhombisch, so müßte jede Pyramidenfläche zu der an-

Digitized by Google

liegenden Prismafläche unter demselben Winkel geneigt sein. — Die Fig. 343. dargestellte Form des neutralen weinsauren Ammoniumoxyds könnte in Versuchung führen, $+P\infty$ und $\infty P\infty$ für Flächen eines geraden rhombischen Prisma's, $[P\infty]$ für ein horizontales Doma zu halten, aber die Abstumpfungsfläche $(0P)$ der Kanten des vermeintlichen rhombischen Prisma's macht mit $\infty P\infty$ einen Winkel von 91°51′, mit $+P\infty$ einen von 127°40′. Herrschen hier die Flächen $[P\infty]$, $+P\infty$ und $\infty P\infty$ gleichmäßig vor, so hat diese monoklinometrische Combination das Ansehen einer abgestumpften Pyramide mit rectangulärer Basis, deren Axe zu dieser Basis schief geneigt ist.

§. 327. Die Combinationen der schiefen rhombischen Prismen können mit denen der geraden rhombischen Prismen große Aehnlichkeit haben; die Stellung und die Eigenschaften der anderen Flächen geben hier die Anhaltspunkte zur Unterscheidung ab. Die Fig. 338. gezeichnete Form des gewässerten salpetersauren Strontians könnte man für eine rhombische Combination zweier vertikalen Prismen ∞P und $\infty \breve{P}3$ mit einem horizontalen Doma halten; aber die Flächen dieses vermeintlichen Doma's aus dem rhombischen System bilden verschiedene Winkel mit den anliegenden Prismaflächen. Zu der Hauptaxe der Prismen ist $0P$ unter 64°25′, $+P\infty$ unter 67°22′ geneigt. — In ähnlicher Weise könnte man die Fig. 347. gezeichnete Form des Asparagins für eine gerad rhombische halten, deren Hauptaxe in der Richtung der Flächen ∞P, $[\infty P2]$, $[\infty P\infty]$ läge und welche oben durch ein horizontales Doma begrenzt wäre; man könnte hierin um so mehr bestärkt werden, als die in Fig. 347. mit $0P$ und $+P\infty$ bezeichneten Flächen dieses vermeintlichen Doma's fast genau gleiche Lage zu den Prismaflächen haben ($0P$ ist zu der Hauptaxe unter 64°29′, $+P\infty$ zu derselben unter 64°46′ geneigt). Aber die Combinationskanten zwischen $+P\infty$ und $[\infty P\infty]$ finden sich fast immer abgestumpft, die zwischen $0P$ und $[\infty P\infty]$ nie; außerdem sind die Flächen $0P$ vollkommen glatt und glänzend, die von $+P\infty$ dagegen immer wellenförmig gestreift. Aus diesen Gründen sind diese Flächen für ungleichartige und die Combination selbst für eine monoklinometrische zu halten.

§. 328. Wenn die Flächen ∞P. $[\infty P\infty]$. $+P$. $0P$ in dem Grad des gegenseitigen Vorherrschens combinirt sind, wie dies

Digitized by Google

Fig. 330. (Hornblende) zeigt, so kann diese Combination Aehnlichkeit haben mit der Fig. 230. gezeichneten Combination eines Rhomboëders mit dem zweiten hexagonalen Prisma; man könnte $0P$ und $+P$ für Rhomboëderflächen, die anderen für Prismaflächen halten. Die Beobachtung, daß Spaltbarkeit nur parallel den 4 Flächen ∞P stattfindet, und Winkelmessungen unmittelbar würden von der Unrichtigkeit dieser Annahme überzeugen. — Mit dieser monoklinometrischen Combination hat oft die verzerrte quadratische Combination $P.\infty P\infty$ große Aehnlichkeit (vgl. §. 158). — In dieser monoklinometrischen Combination sind alle Flächen Rhomben oder Rhomboide; wären die der Hauptaxe parallelen Flächen in der Richtung dieser Axe mehr verkürzt, so könnte die Combination auch eine entfernte Aehnlichkeit mit dem Rhombendodekaëder haben (vergl. dasselbe in der Fig. 124. gezeichneten Stellung); über die Unterscheidung hiervon etwas zu sagen ist unnöthig.

§. 329. Die Unterscheidung der Flächen $0P.[\infty P\infty]$ (z. B. in der Feldspathform Fig. 323.) von einem quadratischen Prisma ist meistens leicht (vergl. §. 314.), wenn der Krystall vollständig ausgebildet ist; in einigen Fällen kann jedoch die Unterscheidung Schwierigkeiten haben. $0P$ verhält sich im Allgemeinen, z. B. in Beziehung auf Spaltbarkeit, anders als $[\infty P\infty]$, aber an dem Feldspath z. B. ist der Unterschied in der Spaltbarkeit nach diesen zweierlei Flächen nicht bedeutend. Ein klinodiagonales Doma $[mP\infty]$ stumpft im Allgemeinen die Kanten zwischen $0P$ und $[\infty P\infty]$ schief ab, aber die Flächen des am Feldspath vorkommenden Doma's $[2P\infty]$ sind fast rechtwinklig (unter 90°7′ im klinodiagonalen Hauptschnitt) zu einander geneigt, so daß auch eine solche Fläche mit der anstoßenden $0P$fläche und $[\infty P\infty]$fläche fast genau denselben Winkel macht (mit ersterer einen von 135°3½′, mit letzterer einen von 134°56½′). Die so sehr nahe Uebereinstimmung dieser Neigungen könnte an einem unvollständigen Krystall wohl verleiten, die Flächen $0P.[\infty P\infty]$ für die eines quadratischen Prisma's, die von $[2P\infty]$ für die eines eben solchen von entgegengesetzter Ordnung (welche zu den ersteren unter 135° geneigt sein müßten) zu halten. An einem vollständig ausgebildeten Krystall, wie Fig. 323., tritt indeß der monoklinometrische Charakter unverkennbar hervor. — Wenn in der Combination

Digitized by Google

$0P.[\infty P\infty].\infty P.+P$ die beiden letzteren Formen nahe im Gleichgewicht auftreten, so kann die ganze Krystallgestalt Aehnlichkeit haben mit der quadratischen Combination $\infty P\infty.P$ (Fig. 192., Mod. 24.), welche letztere ihrerseits auch manchmal dadurch monoklinometrischen Habitus annimmt, daß zwei aneinanderliegende *P*flächen vor den zwei anderen desselben Endes vorherrschend sind (vergl. §. 158.). Das schwefelsaure Cadmiumoxyd krystallisirt manchmal in Formen, welche ein solches quadratisches Ansehen haben. Die Krystalle sehen aus etwa wie Fig. 323., wenn man sich daran $+2P\infty$ wegdenkt, $+P\infty$ sehr schwach, und $+P$ und ∞P etwa gleich groß auftretend. Daß die mit $+P$ und ∞P bezeichneten Flächen nicht solche einer quadratischen Pyramide sind, erkennt man leicht daran, daß die von ihnen an jedem Ende des Krystalls gebildeten vier Kanten nicht einerlei, sondern dreierlei Art sind (∞P ist zu ∞P unter 109°, $+P$ zu $+P$ unter 116°41′, $+P$ zu ∞P unter 126°48′ ungefähr geneigt). Daß die mit $0P$ und $[\infty P\infty]$ bezeichneten Flächen nicht die eines quadratischen Prisma's sind, erkennt man hier auch leicht daran, daß die Flächen $[2P\infty]$ (welche man für die eines quadratischen Prisma's gleicher Ordnung mit der anscheinenden Pyramide halten könnte) gegen $0P$ anders als gegen $[\infty P\infty]$ geneigt sind (gegen $0P$ unter 129°15′, gegen $[\infty P\infty]$ unter 140°45′).

§. 330. Was die Wahl der Grundform betrifft, so ist schon oben (§. 302.) angegeben worden, daß als Hauptare immer eine der zu einander schiefwinklig geneigten Aren angenommen wird, und zwar diejenige, parallel welcher sich die meisten Flächen vorfinden, oder in der Richtung welcher prismatische Ausbildung stattfindet. Es kann hier auch wieder der schon bei dem rhombischen System betrachtete Fall eintreten, daß an verschiedenen Varietäten derselben Substanz die prismatische Ausbildung bald in der Richtung der einen, bald in der Richtung der anderen der einen schiefen Winkel bildenden Aren statt hat (wie bei dem Feldspath, vergl. Fig. 318. und 323.); in einem solchen Fall leitet die Rücksicht, in welcher Richtung die meisten Krystalle einer Substanz prismatisch ausgebildet sind, oder in welcher Richtung der Krystall durch die meisten gleichartigen Flächen begränzt ist, indem man ein vorwaltendes Prisma mit vier gleichartigen Flächen gewöhnlich

Digitized by Google

als ein der Hauptaxe paralleles Prisma, und nicht als ein klinodiagonales Doma, zu betrachten sucht. Aber wie bei allen Krystallsystemen, wo die Natur nicht selbst die Hauptaxe bestimmt (bei allen Systemen mit relativer Hauptaxe, vergl. §. 46.) und die Wahl derselben dem individuellen Ermessen des Einzelnen überlassen bleibt, können auch hier abweichende Ansichten darüber gleich wahrscheinlich sein, und in der That betrachten bei mehreren Substanzen verschiedene Naturforscher verschiedene Richtungen als die der Hauptaxe.

Auch für das vorhergehende System war dieses schon hervorzuheben (§. 270), aber in dem jetzt zu untersuchenden findet noch außerdem in einer Rücksicht Willkühr statt, in welcher bei den rhombischen Krystallen keine Unsicherheit obwaltet. Bei den rhombischen Krystallen kann man über die Wahl der Hauptaxe in Ungewißheit sein und auch über die Dimensionen der Grundform (nämlich darüber, welche Flächen man als diejenigen betrachten soll, welche die Axen in den Verhältnissen der Grundform schneiden), aber nicht über die Qualität der einzelnen Flächen, ob sie Pyramidenflächen, oder prismatische Flächen, oder Endflächen sind. In dem monoklinometrischen Systeme aber ist sogar in dieser Bestimmung Unsicherheit: je zwei gleichartige einzelne Flächen kann man als Endflächen oder auch als ein Hemidoma bildend betrachten, je vier gleichartige Flächen kann man als ein Prisma oder ein klinodiagonales Doma oder auch als eine Hemipyramide bildend betrachten. Und in der That sehen verschiedene Forscher dieselben Flächen einer Substanz so verschieden an, je nachdem sie auf die eine oder die andere Art des Vorkommens derselben u. s. w. vorzugsweise Gewicht legen; oft auch erkennt man an Einer Varietät kaum die Gründe, weshalb man einzelne Flächen so bestimmt hat und nicht anders, während an einer anderen Varietät die gewählte Stellung unzweifelhaft als die sachgemäßeste sich ergiebt. — Käme der Gyps nur in der Fig. 298. dargestellten Form vor, so erschiene es ebenso passend, die mit $-P$ bezeichneten Flächen für die eines klinodiagonalen Doma's zu halten, als (wie die Bezeichnung in der Figur andeutet), sie als $-P$flächen zu bestimmen; aus dem Vorkommen des Gypses in der Fig. 297. gezeichneten Form wird aber das Vorzüglichere der letzteren Bestimmung unzweifelhaft. — Ebenso möchte

man an der gewöhnlichen Form des Augits, Fig. 328., die hier mit $+P$ bezeichneten Flächen einfacher als die eines klinodiagonalen Doma's deuten, aber die Art, wie diese Flächen in Combination mit anderen bei einer anderen Varietät des Augits, Fig. 327., auftreten, läßt es als angemessener erscheinen, sie als $+P$ zu bestimmen. — An der Fig. 331. dargestellten Form des chlorsauren Baryts könnte man auch die mit $-P\infty$ bezeichneten Flächen als die basischen Endflächen, die mit $[P\infty]$ bezeichneten als $+P$ bestimmen; die in Fig. 331. gewählte Stellung und Bezeichnung erscheint als die natürlichere, wenn (wie es oft der Fall ist) die Flächen $-P\infty$ nicht zugegen sind, und weil im anderen Fall der Winkel zwischen der Hauptare und der Klinodiagonale sich so stark vom rechten abweichend (zu 41^0 etwa) ergeben würde, wie es gerade nicht gewöhnlich ist. — Alles dieses zeigt, daß *richtige Bestimmung* hier etwas anderes ist, als bei den Krystallen mit absoluter Hauptare und selbst bei Krystallen des rhombischen Systems; bei dem monoklinometrischen wie bei den folgenden Systemen heißt richtige Bestimmung: passende Annahme der Aren und ihrer Dimensionen und richtige Bezeichnung der Flächen in Beziehung auf jene Annahme; abweichende Bezeichnungen der Flächen können also hier gleich richtige sein, insofern sie sich auf abweichende Annahmen beziehen*).

§. 331. Es mögen hier noch einige Bemerkungen über den verschiedenen Habitus der monoklinometrischen Krystallformen folgen. Der Habitus ist säulenförmig oder tafelförmig oder rhomboëdrisch oder pyramidal.

Der säulenförmige Habitus kann statthaben in der Richtung

*) Modell 45 betrachteten wir oben (§. 304.) als $+P.-P$; es ließe sich auch bestimmen als eine Combination eines Prisma's mit einem klinodiagonalen Doma, $\infty P.[P\infty]$ im Gleichgewicht. Für Modell 46 bestimmen sich die Flächen am natürlichsten zu $+P.-P.\infty P$; in Beziehung hierauf (gleichsam Vorkommen an derselben Substanz voraussetzend) bestimmten wir die in Modell 47 dargestellte Form zu $+P.\infty P$ und Modell 48 zu $+P.\infty P.[\infty P\infty]$; für sich genommen, könnte man Modell 47 auch als $\infty P.[P\infty]$, Modell 48 als $\infty P.[\infty P\infty].[P\infty]$ betrachten. Der Anfänger wird wohl thun, für jedes Modell alle Stellungen, welche es zuläßt, aufzusuchen, und für jede Stellung alle Flächen zu bestimmen.

Digitized by Google

jeder Are; oft in der der Hauptare (Fig. 339., Form des schwefelsauren Nickeloxydul-Kali's und damit isomorpher Salze; Fig. 302., Kobaltcyanidkalium), seltener in der der Klinodiagonale (Fig. 323., Feldspath). In beiden Richtungen können vier gleichartige Flächen (von Prismen oder klinodiagonalen Domen) auftreten; in der Richtung der Orthodiagonale giebt es keine solche, und wenn die Krystalle (wie es oft der Fall ist, z. B. Fig. 334. zweifach kohlensaures Kali, Fig. 335. Glaubersalz) in dieser Richtung prismatisch ausgebildet (verlängert) sind, so kann man sagen, daß hier vorzugsweise ungleichartige Flächen den Raum vorherrschend begrenzen.

§. 332. Tafelförmig kann ein monoklinometrischer Krystall erscheinen durch das Vorwalten irgend welcher zwei einzelner Flächen. Meistens sind es die basischen Endflächen $0P$; so an dem schwefelsauren Nickeloxydul-Kali und den isomorphen Salzen (Fig. 339., wenn man sich den Krystall in der Richtung der Hauptare verkürzt denkt), an dem essigsauren Zinkoxyd (Fig. 348.) u. a. Sowohl bei säulenförmigem als bei tafelförmigem Habitus unterscheiden sich diese Combinationen dadurch von den gerade rhombischen und heragonalen (mit welchen sie gleichfalls Aehnlichkeit haben können), daß die mit der Hauptare parallelen Kanten und Flächen zu $0P$ nicht rechtwinklig stehen, und durch die im Vorhergehenden einzeln besprochenen Merkmale. Sind die Tafeln sehr dünn, so ist eine genauere Untersuchung der Seitenflächen oft schwierig; so an dem essigsauren Zinkoxyd, welches gewöhnlich in sechsseitigen Blättern krystallisirt und die in Fig. 348. gezeichnete Combination $0P.\infty P.+P.+2P\infty.\infty P\infty$ oft in merkwürdigem Gleichgewicht zeigt.

Wenn in der Combination eines Prisma's mit der basischen Endfläche beiderlei Formen ungefähr im Gleichgewicht sind, kann rhomboëdrischer Habitus entstehen (vergl. §. 311. und 325.).

Durch Vorherrschen der orthodiagonalen Endflächen ist oft die Weinsäure (Fig. 342.), das Ferridcyankalium (Fig. 300., wenn man sich $\infty P\infty$ vorwaltender denkt) u. a. tafelförmig; durch Vorherrschen der klinodiagonalen Endflächen oft das kohlensaure Natron (die Soda, Fig. 332.), manchmal der Feldspath (Fig. 318., wenn $[\infty P\infty]$ vorwaltender gedacht wird) u. a.

§. 333. Auch die Flächen von Hemidomen herrschen zuweilen bis zur Hervorbringung tafelförmiger Gestalt vor. Wenn

Digitized by Google

der Eisenvitriol tafelförmig erscheint, ist die vorherrschende Fläche meistens $0P$, und diese ist dann nach ∞P hin durch Kanten begrenzt, welche für sich einen Rhombus mit den Winkeln $80\frac{1}{2}^{0}$ im klinodiagonalen und $99\frac{1}{2}^{0}$ im orthodiagonalen Hauptschnitt bilden. Aber manchmal sieht man auch tafelförmige Krystalle, wo die (gewöhnlich rauhe oder zugerundete) vorwaltende Fläche im Allgemeinen einen Rhombus von 62^{0} im klinodiagonalen und 118^{0} im orthodiagonalen Hauptschnitt bildet. Diese Krystalle haben wesentlich die Form Fig. 316., welche sich leicht aus der verständlicheren Fig. 317. ableiten läßt, wenn man erwägt, daß alle an der letzteren vorkommenden Flächen, mit Ausnahme von $-P$, auch an der ersteren, aber in verschiedenem Grade des Vorherrschens, zugegen sind. — Auch in der Gruppe der mit dem schwefelsauren Nickeloxydul-Kali isomorphen Doppelsalze zeigen sich manchmal tafelförmige Gestalten durch das Vorherrschen von $+2P\infty$ (vergl. §. 334.).

Wie die vorherrschenden Flächen, welche den tafelförmigen Habitus hervorbringen, im Allgemeinen bald rechtwinklig, bald sechseckig, bald rhombisch sein können, und wie die so hervorgebrachten anscheinenden quadratischen, heragonalen und rhombischen Tafeln von den eigentlichen Formen der Art und ähnlichen Gestalten sich unterscheiden, ist aus dem Vorhergehenden klar. (Vergl. über solche tafelförmige Krystalle §. 151., 194., 264.).

§. 334. Pyramidenähnlicher Habitus wird manchmal hervorgebracht durch das Auftreten mehrerer Hemipyramiden (so ist der Gypskrystall Fig. 297., die Fig. 327. dargestellte Varietät des Augits nach den Enden zu pyramidal begrenzt), immer indeß in diesem System durch das Zusammensein ungleichartiger aber sich das Gleichgewicht haltender Flächen. So zeigt der Eisenvitriol in der Fig. 312. b dargestellten Form pyramidale Begrenzung, so das Glaubersalz manchmal pyramidale Begrenzung an den Enden der gewöhnlich verlängerten Orthodiagonale, wenn in Fig. 335. die oberen und die unteren Flächen $+P$ und $[P\infty]$ sich bis zur Berührung vergrößern. — Die häufigste Form der Gruppe der mit dem schwefelsauren Nickeloxydul-Kali isomorphen Doppelsalze, Fig. 339., erscheint auch manchmal so verändert, daß $[\infty P2]$ und $[\infty P\infty]$ wegfallen, und die anderen Flächen sich in einem anderen Grad des Vorherrschens zur Hervorbringung der

Digitized by Google

Form Fig. 340. combiniren, deren pyramidaler Habitus auf den ersten Blick auffällt. Denkt man sich an der Form Fig. 340. $+2P\infty$ vorherrschender, $[P\infty]$ untergeordneter, so entsteht die tafelförmige Combination Fig. 341., deren §. 333. erwähnt wurde.

Verzerrungen, Unvollzähligkeit der Flächen u. s. w.

§. 335. Wir sehen hier Beispiele, wie verschiedenartige Formen durch das Auftreten derselben Flächen in verschiedenem Grade des Vorherrschens gebildet werden können. Es kann dies mitunter das Bestimmen einer Combination erschweren; noch mehr aber thun dieses die Verzerrungen, welche auch in diesem Systeme häufig sind. Dahin gehört namentlich, daß die schiefen rhombischen Säulen fast immer Flächen von ungleicher Centraldistanz haben und als rhomboidische erscheinen; die Verzerrungen, welche hieraus hervorgehen, lassen sich leicht einsehen, bei Berücksichtigung dessen, was §. 277. und 278. über die entsprechenden Verzerrungen der geraden rhombischen Säulen bemerkt wurde. — Die Fig. 313. **a** dargestellte Form des Eisenvitriols erscheint manchmal in der Art verzerrt, daß zwei parallele Flächen ∞P und die basischen Endflächen $0P$ in Einer Richtung stark ausgedehnt sind und eine Form, wie sie Fig. 313. **b** zeigt, hervorbringen, welche noch undeutlicher dadurch wird, daß sie nur nach einer Seite hin ausgebildet, an der anderen aber aufgewachsen ist.

§. 336. Hemiëdrien kommen in diesem System, wo ohnehin die möglichen einfachen Formen höchstens vier Flächen haben, äußerst selten vor. Das klinodiagonale Prisma $[P\infty]$ erscheint manchmal hälftflächig, indem z. B. an dem Zucker (Fig. 309.) von den vier Flächen $[P\infty]$ nur die zwei vorderen, nicht die hinteren, sich zeigen; dasselbe ist auch an der Weinsäure, wie es Fig. 342. darstellt, gewöhnlich.

Man kann diesen Mangel an Symmetrie auch als ungleichartige Ausbildung des Krystalls an den beiden Enden einer Are betrachten, wie sie ja auch in einigen von den vorhergehenden Systemen (vergl. §. 231. und 280.) vorkommt, und sagen, daß sich die Flächen des klinodiagonalen Prisma's $[P\infty]$ bei dem Zucker nur nach dem einen, nicht nach dem anderen Ende der Orthodiagonale hin zeigen. Solche ungleichartige Ausbildung

Digitized by Google

findet sich auch an dem neutralen weinsauren Kali, dessen Krystalle häufig an dem einen Ende der Orthodiagonale durch ∞P, an dem andern durch $[\infty P\infty]$ begrenzt sind.

Zwillingskrystalle.

§. 337. Die Seltenheit hemiëdrischer Formen an monoklinometrischen Krystallen überhebt uns der Besprechung der Zwillingskrystalle mit parallelen Arensystemen (vergl. §. 121.). Häufig sind in diesem Systeme Zwillinge mit nicht parallelen Arensystemen, und fast immer ist dann die Zusammensetzungsfläche der Orthodiagonale und einer der schief zu einander geneigten Aren parallel; d. h. die Zusammensetzungs- oder Zwillingsfläche ist fast immer der orthodiagonalen Endfläche $\infty P\infty$ oder der basischen Endfläche $0P$ parallel. Außerdem sind die Zwillinge meistens Berührungszwillinge.

Bei den Zwillingen, wo die Zusammensetzungsfläche der orthodiagonalen Endfläche $\infty P\infty$ parallel ist, erscheinen die zusammensetzenden Krystallfragmente häufig wie Hälften sehr regelmäßig ausgebildeter Krystalle. Man kann sich diese Zwillinge als Hemitropien oder so entstanden denken, als ob ein regelmäßig ausgebildeter Krystall durch den orthodiagonalen Hauptschnitt in zwei Hälften getheilt und die eine Hälfte gegen die andere (um eine zu dem orthodiagonalen Hauptschnitt rechtwinklige Linie als Zwillingsare) um 180^0 gedreht worden wäre; kommen in diesem Fall auch die klinodiagonalen Endflächen $[\infty P\infty]$ vor, so fallen die der einen und die der anderen Krystallhälfte in je Eine Ebene. Denkt man sich die Fig. 298. dargestellte Combination des Gypses $\infty P.-P.[\infty P\infty]$ so durchschnitten, wie es die punktirten Linien andeuten, und die linke Hälfte um 180^0 herumgedreht, so entsteht der Fig. 299. dargestellte Berührungszwilling (die der herumgedrehten Krystallhälfte angehörigen Flächen sind durch unterstrichene Formeln bezeichnet). In gleicher Weise entsteht aus der Fig. 328. gezeichneten Form des Augits der Fig. 329. dargestellte Zwilling.

In derselben Weise bilden Hornblende und viele andere Mineralien Zwillinge; unter den künstlichen chemischen Producten zeigen sie namentlich das Ferridcyankalium und das Kobaltcyanidkalium. Aus der Fig. 300. dargestellten Combination des er-

Digitized by Google

steren entsteht die Fig. 301., aus der Figur 302. dargestellten Combination des letzteren die Fig. 303. gezeichnete Hemitropie. Diese Zwillingsbildung findet hier häufig mit Wiederholung statt.

Die eben erwähnte und Fig. 301. dargestellte Zwillingsbildung kann mit der Combination einer Pyramide und eines secundären Prisma's des rhombischen Systems (§. 260.) verwechselt werden, wenn nur Ein Ende des Krystalls ausgebildet ist. Dieser Zwilling erscheint nämlich an jedem Ende durch Pyramidenflächen zugespitzt, welche nur zweierlei Kanten mit einander bilden: die zwei in dem orthodiagonalen Hauptschnitt liegenden Endkanten sind unter sich gleich, und die zwei in dem klinodiagonalen Hauptschnitt liegenden. Man erkennt die wahre Natur eines solchen Krystalls häufig daran, daß einspringende Winkel sichtbar sind (ähnlich wie das obere Ende an Fig. 103. zeigt); und an vollständiger ausgebildeten Krystallen daran, daß die oberen und die unteren Pyramiden verschieden sind, und die Kanten von einer Prismafläche zu der oberen und der unteren Pyramidenfläche parallel, obgleich die Prismaflächen selbst nicht rectangulär sind. Bei der Combination einer rhombischen Grundform P mit einem secundären Prisma, $\infty \breve{P} m$ oder $\infty \bar{P}\, m$, sind die Prismaflächen gleichfalls nicht rectangulär, aber auch eine obere Combinationskante mit einer unteren nicht parallel (vergl. Fig. 301. und Fig. 258.).

§. 338. Manchmal sind nicht solche Krystallhälften, welche als aus demselben Krystall durch den orthodiagonalen Hauptschnitt entstanden zu denken sind, zu Zwillingen nach diesem Gesetz vereinigt, sondern andere. Fig. 318. zeigt eine Combination des Feldspaths $\infty P . [\infty P \infty] . 0P . + 2P \infty$. Denkt man sich einen solchen Krystall um eine Linie ab, welche auf dem orthodiagonalen Hauptschnitt rechtwinklig steht, um 180° gedreht, so erscheint er in der Fig. 319. gezeichneten Stellung. Diese zwei Krystalle Fig. 318. und 319. sind also in der Stellung, wie sie zur Zwillingsbildung nach dem eben in Rede stehenden Gesetz nothwendig ist: ihre orthodiagonalen Hauptschnitte sind parallel. Nun aber vereinigen sich von diesen so gestellten Krystallen solche Hälften mit einander, wie sie durch den klinodiagonalen Hauptschnitt (er ist Fig. 318. und Fig. 319. durch punktirte Linien angedeutet) gebildet werden. Die vordere Hälfte des Krystalls Fig. 318.

Digitized by Google

vereinigt sich mit der hinteren des Krystalls Fig. 319. und bildet einen Zwilling wie Fig. 320.; oder die hintere Hälfte des Krystalls Fig. 318. bildet mit der vorderen des Krystalls Fig. 319. einen Zwilling wie Fig. 321. (in beiden Zwillingen sind die hinteren Krystallhälften der besseren Unterscheidung wegen schattirt). Zwillinge dieser Art wie Fig. 320. und 321. kommen an dem Feldspath vor; sie verhalten sich zu einander wie ein Gegenstand zu seinem Spiegelbild, wie die rechte zu der linken Hand. — Die einzelnen Krystallfragmente sind in beiden Zwillingen Fig. 320. und 321. der Deutlichkeit wegen nur bis zum klinodiagonalen Hauptschnitt gezeichnet; bei dem Feldspath ist meistens jedes Krystallfragment noch etwas über diesen Hauptschnitt hinaus ausgebildet, so daß sie nicht nur an sondern auch durch einander gewachsen erscheinen.

§. 339. Bei den eben betrachteten Zwillingen haben die zwei zusammengewachsenen Krystallfragmente zwar nicht parallele Axensysteme, aber die Hauptaxen für beide sind sich doch parallel. Zwillinge mit nicht parallelen Hauptaxen entstehen in diesem System namentlich dadurch, daß zwei Krystallfragmente eine der basischen Endfläche $0P$ parallele Ebene als Zusammensetzungsfläche haben. An dem essigsauren Kupferoxyd (Grünspan) finden sich manchmal solche Zwillinge; denkt man sich die Fig. 304. dargestellte Combination durch den basischen Hauptschnitt (wie es die punktirten Linien andeuten) halbirt, und die eine Krystallhälfte gegen die andere um 180° verdreht, so entsteht ein Berührungszwilling wie Fig. 305. Ein ganz ähnliches Beispiel liefert manchmal das chlorsaure Kali. Denkt man sich in einem solchen Fall (in Fig. 305.) jedes Krystallfragment noch über die Zwillingsfläche hinaus ausgebildet, so entsteht ein Durchkreuzungszwilling; Durchkreuzungszwillinge nach diesem Gesetz (Zwillingsfläche parallel $0P$, Zwillingsaxe eine darauf rechtwinklige Linie) finden sich an dem Sphen.

§. 340. Selten sind in dem monoklinometrischen System Zwillinge mit anderen Zusammensetzungsflächen, als parallel $\infty P\infty$ oder $0P$. An dem Feldspath finden sich Zwillinge, wo die Zusammensetzungsfläche parallel einer Fläche des klinodiagonalen Doma's $[2P\infty]$ ist. Es ist dieses klinodiagonale Doma untergeordnet in Combination mit $0P.[\infty P\infty].\infty P.+P.+P\infty$.

Digitized by Google

$+2P\infty$ in Fig. 323. dargestellt. Denkt man sich den ganzen Krystall durch eine Ebene halbirt, welche der Fläche vorn oben des Doma's $[2P\infty]$ parallel ist, die vier Flächen dieses Doma's selbst aber weg, und dann die eine Hälfte gegen die andere um 180° verdreht, so entsteht ein Zwilling, welcher in verschiedener Stellung Fig. 324. und Fig. 325. dargestellt ist. In Fig. 324. ist vorausgesetzt, daß die vordere Hälfte von Fig. 323. in ihrer Stellung geblieben, in Fig. 325., daß sie um 180° gedreht worden sei; die an dem Zwilling bei jeder dieser Stellungen zur hinteren Hälfte gehörigen sichtbaren Flächen sind schattirt. $0P$ ist rechtwinklig zu $[\infty P\infty]$, und eine Fläche von $[2P\infty]$ ist zu $0P$ fast genau unter demselben Winkel geneigt, wie zu $[\infty P\infty]$ (vergl. §. 329.). In Folge davon kommt bei der Hemitropie eine Fläche $0P$ fast genau in die Lage, welche vorher eine Fläche $[\infty P\infty]$ einnahm, und umgekehrt, oder: es ist in dem Zwilling eine Fläche $[\infty P\infty]$ der gegenüberliegenden Fläche $0P$ fast genau parallel, und zwei in dem Zwilling an einander liegende Flächen $[\infty P\infty]$ sind fast genau rechtwinklig zu einander, ebenso wie die zwei an einander liegenden Flächen $0P$. Der einfache Krystall (Fig. 323. ohne $[2P\infty]$) erscheint nach seinen vorwaltenden Flächen als ein quadratisches Prisma, und der Zwilling (Fig. 324. oder 325.) gleichfalls; aber an den Enden wird bei letzterem die Zwillingsbildung ersichtbar. Wie der Zwilling an den Enden in der Richtung der Klinodiagonale erscheint, sieht man am besten aus den Figuren 326. **a** und **b**; beide zeigen die Flächen an diesen Enden, wie sie einem in der Richtung der Klinodiagonale befindlichen Auge erscheinen, und zwar 326. **a** das Ende rechts, 326. **b** das Ende links für den Zwilling in der Stellung Fig. 324., 326. **a** das Ende links, 326. **b** das Ende rechts für den Zwilling in der Stellung Fig. 325. An dem in Fig. 326. **a** dargestellten Ende ist kein einspringender Winkel, während an dem in Fig. 326. **b** dargestellten Ende die Flächen ∞P, $+2P\infty$ und $+P$ einspringende Winkel bilden, wo sich die zwei Krystallhälften (welche in den Figuren durch die Schattirung unterschieden sind) berühren.

Digitized by Google

Formeln für den Zusammenhang zwischen Winkeln und Axen.

§. 341. Das Axensystem einer monoklinometrischen Grundform ist bestimmt durch die Angabe der Länge der Orthodiagonale (a), der Klinodiagonale (b) und der Hauptaxe (c), und des (spitzen) Winkels L, welchen beide letzteren Axen mit einander bilden. Ist die Grundform in dieser Weise bestimmt, so berechnen sich die wichtigsten Kantenwinkel in folgender Weise.

Der Winkel, welchen eine Fläche $+P$
mit dem klinodiagonalen Hauptschnitt macht, heiße X,
» orthodiagonalen » » » Y,
» basischen » » » Z,
und X', Y', Z' sollen dieselben Winkel für eine Fläche $-P$ bedeuten. Heiße weiter
μ der Winkel der klinodiagonalen Endkante von $+P$ zu der Hauptaxe,
ν der Winkel der klinodiagonalen Endkante von $+P$ zu der Klinodiagonale,
und bedeuten μ' und ν' dieselben Winkel für die klinodiagonale Endkante von $-P$. Heiße ϱ der Winkel einer orthodiagonalen Endkante von $\pm P$ zu der Hauptaxe, und σ der Winkel einer Seitenkante von $\pm P$ zu der Klinodiagonale. Dann gelten die Formeln:

$$tg\ \mu = \frac{b.\sin L}{c - b.\cos L} \qquad tg\ \mu' = \frac{b.\sin L}{c + b.\cos L}$$

$$tg\ \nu = \frac{c.\sin L}{b - c.\cos L} \qquad tg\ \nu' = \frac{c.\sin L}{b + c.\cos L}$$

$$tg\ \varrho = \frac{a}{c} \qquad tg\ \sigma = \frac{a}{b}$$

und weiter:

$$tg\ X = \frac{tg\ \sigma}{\sin \nu} = \frac{tg\ \varrho}{\sin \mu} \qquad tg\ X' = \frac{tg\ \sigma}{\sin \nu'} = \frac{tg\ \varrho}{\sin \mu'}$$

$$tg\ Y = \frac{tg\ \mu}{\sin \varrho} \qquad tg\ Y' = \frac{tg\ \mu'}{\sin \varrho}$$

$$tg\ Z = \frac{tg\ \nu}{\sin \sigma} \qquad tg\ Z' = \frac{tg\ \nu'}{\sin \sigma}$$

Digitized by Google

Nennen wir an der vollständigen monoklinometrischen Pyramide $\pm P$ (vergl. Figur 62.) den Winkel in den schärferen klinodiagonalen Endkanten A, den in den stumpferen B, den Winkel in den orthodiagonalen Endkanten C, und den in den Seitenkanten D, so ist $A = 2X$, $B = 2X'$, $C = Y + Y'$, und $D = Z + Z'$.

Heißt W der Winkel, welchen die Flächen von ∞P in dem orthodiagonalen Hauptschnitt bilden, so ist $cotg\ ½\ W = \frac{a}{b.\sin L}$.

Welche Winkel die Flächen eines orthodiagonalen Hemidoma's $+P\infty$ oder $-P\infty$ mit der Klinodiagonale (oder dem basischen Hauptschnitt) und mit der Hauptare machen, ergiebt sich aus dem oben angeführten leicht. Eine Fläche $+P\infty$ macht mit der Hauptare den Winkel μ, mit der Klinodiagonale den Winkel ν; eine Fläche $-P\infty$ mit denselben Aren die Winkel μ' und ν'.

Heißt W der Winkel, unter welchem die Flächen des klinodiagonalen Doma's $[P\infty]$ in dem klinodiagonalen Hauptschnitt zusammenstoßen, so ist $tg\ ½\ W = \frac{a}{c\ .\ \sin L}$.

Für die secundären Formen gelten dieselben Formeln, wenn man in ihnen die Werthe für die Aren so abgeändert setzt, wie es die Zeichen jener Formen andeuten.

§. 342. Zu der Bestimmung der Grundform aus den Kantenwinkeln sind drei von einander unabhängige Winkelmessungen nothwendig (vergl. §. 303.). Man muß L und die Winkel zweier verschiedener Hauptschnitte kennen, aus welchen letzteren sich dann das Arenverhältniß leicht berechnen läßt. Der Winkel L läßt sich oft unmittelbar messen (an der Kante zwischen $0P$ und $\infty P\infty$). Oder man berechnet ihn aus den Winkeln μ und μ' oder ν und ν' nach den Formeln

$$tg\ L = \frac{2.\sin\mu.\sin\mu'}{\sin(\mu-\mu')} = \frac{2.\sin\nu.\sin\nu'}{\sin(\nu-\nu')},$$

oder aus der Neigung der Flächen ∞P zu einander und von $0P$ zu ∞P (vergl. weiter unten). Die Winkel μ und μ' oder ν und ν' erhält man aus der Messung der Neigung von $\pm P\infty$ zu $\infty P\infty$ oder $0P$ (erstere Flächen sind ja der Hauptare, letztere der Klinodiagonale parallel) oder durch Rechnung aus den Winkeln X, X' u. s. w.

Digitized by Google

Man hat sich, um die Winkel X, X', Y, Y', Z, Z' zu erhalten, zu erinnern, daß die drei Endflächen $0P$, $\infty P\infty$, $[\infty P\infty]$ den drei Hauptschnitten parallel sind, und daß $X = \frac{1}{2}A$, $X' = \frac{1}{2}B$.

Es gelten die Formeln:

$$\cos\mu = \frac{\cos Y}{\sin X} \qquad \cos\mu' = \frac{\cos Y'}{\sin X'}$$

$$\cos\nu = \frac{\cos Z}{\sin X} \qquad \cos\nu' = \frac{\cos Z'}{\sin X'}$$

$$\cos\varrho = \frac{\cos X}{\sin Y} = \frac{\cos X'}{\sin Y'} \qquad \cos\sigma = \frac{\cos X}{\sin Z} = \frac{\cos X'}{\sin Z'}.$$

Ist L bekannt, so bestimmen sich μ und ν, μ' und ν' leicht gegenseitig ($\mu + \nu + L = 180^0$; $\mu' + \nu' = L$).

Kennt man L und die Winkel zweier verschiedener Hauptschnitte, so ist die Auffindung der Größe der Hauptaxe (c) und der Orthodiagonale (a), bezogen auf die der Klinodiagonale als Einheit, eine einfache trigonometrische Aufgabe; es ist dann z. B.

$$c = \frac{\sin\nu}{\sin\mu} = \frac{\sin\nu'}{\sin\mu'}, \quad a = c.tg\varrho, \quad a = tg\sigma \text{ u. s. w.}$$

Kennt man L und den Winkel W, welchen die Flächen von ∞P in dem orthodiagonalen Hauptschnitt machen, so findet man die Orthodiagonale $a = cotg\frac{1}{2}W.\sin L$.

Ist L und die Größe der Orthodiagonale (a) bekannt, und auch noch der Winkel W, welchen die Flächen des klinodiagonalen Doma's $[P\infty]$ in dem klinodiagonalen Hauptschnitt machen, so bestimmt sich die Hauptaxe c durch die Formel $c = \frac{a}{tg\frac{1}{2}W.\sin L}$.

Manchmal läßt sich aus den bekannten Krystallen einer Substanz nur das Verhältniß $a : b$ und der Winkel L bestimmen, wenn nämlich außer $0P$ keine andere die Hauptaxe schneidende Fläche vorkommt. Dies ist z. B. der Fall bei der manchmal auftretenden Combination $\infty P.0P$. Heißt wieder W der Winkel, welchen die Flächen ∞P im orthodiagonalen Hauptschnitt bilden, w der schärfere Neigungswinkel von $0P$ zu ∞P, so ist $\cos L = \frac{\cos w}{\sin\frac{1}{2}(180^0 - W)}$, und a bestimmt sich nach der oben gegebenen Formel.

Digitized by Google

Uebersicht einiger im monoklinometrischen System krystallisirenden Substanzen.

§. 343. Bei den folgenden Krystallbeschreibungen geben wir für jedes in der Richtung der Hauptare sich erstreckende Prisma den Winkel W, welcher in dem orthodiagonalen Hauptschnitt liegt; für jedes klinodiagonale Doma den Winkel W, welcher in dem klinodiagonalen Hauptschnitt liegt; für jedes orthodiagonale Hemidoma den Winkel V, unter welchem seine Flächen gegen die Hauptare geneigt sind; für jede Hemipyramide den Winkel A oder B (je nachdem sie + oder — ist, vergl. §. 341. und Fig. 62.), welchen ihre Flächen im klinodiagonalen Hauptschnitt machen; endlich den schärferen Winkel w, welchen $0P$ mit einem der Hauptare parallelen Prisma bildet.

Unter der großen Menge monoklinometrisch krystallisirender Substanzen, welche bekannt sind, heben wir folgende als die wichtigeren hervor:

§. 344. Schwefel (S) bei höherer Temperatur (durch Schmelzen und Abkühlen) krystallisirt. $a:b:c=1{,}004:1:1{,}004$; $L=84°14'$. W ist für $\infty P=89°28'$, für $[P\infty]=90°18'$; w für $\infty P=85°54'$. Gewöhnliche Combinationen sind $\infty P.0P$ (ähnlich Fig. 63.) mit $-P$, $[P\infty]$ und $\infty P\infty$. Zwillingskrystalle, Zusammensetzungsfläche parallel $\infty P\infty$. — Der Schwefel ist dimorph, vergl. §. 286.

Schwefelarsenik (Realgar, AsS_2). $a:b:c=0{,}6986:1:0{,}3386$; $L=66°44'$. Für ∞P ist $W=105°30'$, für $\infty P2=66°40'$, für $[P\infty]=132°$. Vorwaltende Form ist meistens $\infty P.0P$, (ähnlich Fig. 63.), woran $\infty P2$, $[P\infty]$ u. a. untergeordneter auftreten. Ziemlich vollkommen spaltbar parallel $0P$ und $[\infty P\infty]$.

Eisenchlorür ($FeCl+4HO$) zeigt gewöhnlich die Combination $\infty P.0P.+P$, ähnlich Fig. 306.

Isomorph sind: wasserhaltiges Chlornatrium, Bromnatrium, Jodnatrium und wahrscheinlich Chlorlithium ($NaCl+4HO$, $NaBr+4HO$ u. s. w.). Für sie ist $a:b:c=1{,}546:1:0{,}9795$; $L=66°48'$. W ist für $\infty P=61°28'$, für $[P\infty]=119°35'$; A für $+P=123°46'$; w für $\infty P=70°12'$. Beobachtet ist $\infty P.0P.+P$ (ähnlich Fig. 306.) mit $[\infty P\infty]$, $[P\infty]$ u. a.

Digitized by Google

§. 345. Isomorph sind:

Zweifach-kohlensaures Kali ($KO, 2CO_2 + HO$)

Zweifach-kohlensaures Ammoniumoxyd ($AmO, 2CO_2 + HO$)

Nach den am ersteren Salz angestellten Messungen ist $a:b:c = 0{,}3734:1:0{,}491$; $L = 76°35'$. W ist für $\infty P = 138°$, V für $-P\infty = 53°23'$, für $+2P\infty = 52°22'$. Die Krystalle zeigen häufig die Flächen $\infty P.0P.\infty P\infty.-P\infty.+2P\infty$ (Fig. 334.), oft sind die Flächen $-P\infty$ bis zur Verdrängung der benachbarten vorherrschend. Spaltbar nach $\infty P\infty$, $-P\infty$ und $0P$.

Kohlensaures Natron (Soda, $NaO, CO_2 + 10HO$). $a:b:c = 0{,}7049:1:1{,}0452$; $L = 57°40'$. A ist für $+P = 76°28'$, W für $\infty P = 100°20'$. Gewöhnliche Combination ist $+P.\infty P.[\infty P\infty]$ (Fig. 332.). Ziemlich deutlich spaltbar nach $\infty P\infty$, weniger nach $[\infty P\infty]$.

Anderthalb-kohlensaures Natron (Trona, $2NaO, 3CO_2 + 3HO$). $a:b:c = 0{,}3552:1:1{,}282$; $L = 53°50'$. W ist für $\infty P = 132°30'$; V für $+P\infty = 49°25'$; w für $\infty P = 76°15'$. Beobachtete Combination ist $\infty P.0P.+P\infty$ (Fig. 333., vergl. §. 326.), prismatisch in der Richtung der Orthodiagonale verlängert. Sehr vollkommen spaltbar nach $+P\infty$.

Kohlensaure Magnesia ($MgO, CO_2 + 5HO$). $a:b:c = 0{,}896:1:1{,}597$; $L = 72°20'$. W ist für $\infty P = 93°30'$, für $[P\infty] = 61°$; w für $\infty P = 78°$. Beobachtete Combination ist $\infty P.\infty P\infty.[\infty P\infty].0P.[P\infty]$ (Fig. 344., vergl. §. 326.).

Halb-kohlensaures Kupferoxyd (Malachit, $2CuO, CO_2 + HO$). $a:b:c = 1{,}273:1:0{,}5358$; L von 90° nicht merklich abweichend. W ist für $\infty P = 76°18'$; V für $-P\infty = 61°49'$. Die Krystalle sind meist dünn säulenförmig durch Vorherrschen von ∞P und $\infty P\infty$, an den Enden begrenzt durch $0P, +P, -P\infty$. Vollkommen spaltbar nach $-P\infty$ und ∞P.

Zweidrittel-kohlensaures Kupferoxyd (Kupferlasur, $3CuO, 2CO_2 + HO$). $a:b:c = 1{,}181:1:2{,}076$; $L = 87°39'$. W ist für $\infty P = 80°28'$, für $[P\infty] = 59°14'$, für $[\frac{1}{3}P\infty] = 119°18'$; V für $+P\infty = 26°8'$, für $+\frac{1}{2}P\infty = 45°3'$, für $-\frac{1}{2}P\infty = 42°47'$; A für $+\frac{1}{2}P = 116°13'$, B für $-P = 106°14'$. Die Krystalle zeigen $\infty P.0P$ mit den eben genannten u. a. Formen (namentlich noch mit $\infty P\infty$); sie sind manchmal in der Richtung

Digitized by Google

der Orthodiagonale prismatisch verlängert. Spaltbar nach $[P\infty]$.

§. 346. Borarsaures Natron ($NaO, 2BO_3 + 10HO$). $a:b:c = 0{,}9094:1:0{,}512$; $L = 73°25'$. W ist für $\infty P = 93°$, für $[4P\infty] = 49°43'$; A für $+P = 122°34'$, für $+2P = 96°40'$; w für $\infty P = 78°40'$. Der natürliche Borax (Tinkal) zeigt häufig $\infty P.\infty P\infty.0P.+P.+2P$ (Fig. 310.), der gereinigte künstliche oft $\infty P\infty.[\infty P\infty].0P.+P.+2P$ (Fig. 311.). Manchmal Zwillingskrystalle, Zwillingsfläche parallel $\infty P\infty$. Spaltbar nach ∞P.

Chlorsaures Kali (KO, ClO_5). $a:b:c = 1{,}360:1:0{,}804$; $L = 70°11'$. W ist für $\infty P = 76°$; V für $+2P\infty = 36°34'$; w für $\infty P = 74°30'$. Gewöhnliche Form: $\infty P.0P.+P_{\cdot}+2P\infty$, ähnlich Fig. 304. Zwillingskrystalle ähnlich Fig. 305., vergl. §. 339. Spaltbar nach ∞P und $0P$.

Chlorsaurer Baryt ($BaO, ClO_5 + HO$). Annähernd $a:b:c = 0{,}882:1:1{,}07$; $L = 85°30'$. W ist für $\infty P = 97°$, für $[P\infty] = 79°10'$. Gewöhnliche Combination: $\infty P.[P\infty].-P\infty$ (Fig. 331.), auch ohne $-P\infty$, auch mit $\infty P\infty$.

§. 347. Isomorph sind:

1) Phosphors. Ammoniumoxyd ($2AmO, HO + {}_{\cdot}PO_5$)
2) Arsenikfaures Ammoniumoxyd ($2AmO, HO + AsO_5$)

Es ist	bei 1)	bei 2)
$a:b:c =$	0,8347:1:1,381	0,8537:1:1,396
L	66°46′	66°30′
W für ∞P	95°30′	94° 6′
W für $[P\infty]$	66°41′	67°24′
V für $+P\infty$	42°58′	42°36′
w für ∞P	74°37′	74°14′

Die gewöhnlichen Flächen sind $\infty P.0P.+P$ (ähnlich Figur 306.) mit $[P\infty]$ und $+P\infty$.

Isomorph sind:

1) Phosphors. Natron ($2NaO, HO; {}_{\cdot}PO_5 + 24HO$)
2) Arsenikf. Natron ($2NaO, HO; AsO_5 + 24HO$)

Für beide ist $a:b:c = 0{,}5733:1:0{,}8211$; $L = 58°30'$. W ist für $\infty P = 112°10'$; V für $+P\infty = 70°42'$, für $+2P\infty = 37°17'$; w für $\infty P = 73°3'$. Häufige Combination: $\infty P.0P.+P.+2P\infty$, ähnlich Fig. 304.

Digitized by Google

Isomorph sind:

1) Phosphorsaures Natron ($2NaO,HO; {}_cPO_5 + 14HO$)

2) Arsenikſaures Natron ($2NaO,HO; AsO_5 + 14HO$)

Für beide ist $a:b:c = 0{,}8271:1:1{,}099$; $L = 83°0'$. W ist für $\infty P = 101°14'$, für $\infty P2 = 62°$; V für $+P\infty = 45°27'$; w für $\infty P = 85°34'$. Die Krystalle zeigen die Flächen $\infty P.0P.\infty P\infty.[\infty P\infty].+P.-P.+P\infty$ (Fig. 345.). Sie sind spaltbar nach $\infty P\infty$.

Fast gleiche Krystallform, wie die vorhergehenden, zeigen die isomorphen Salze:

1) Phosphorsaures Natron-Kali

($KO,NaO,HO; {}_cPO_5 + 16HO$)

2) Arsenikſaures Natron-Kali

($KO,NaO,HO; AsO_5 + 16HO$)

Für beide ist $a:b:c = 0{,}8144:1:1{,}1056$; $L = 83°39'$. W ist für $\infty P = 101°20'$, für $\infty P2 = 62°46'$; V für $+P\infty = 44°58'$; w für $\infty P = 85°59'$. Die Krystalle, meist tafelförmig durch das Vorherrschen von $0P$, zeigen gleichfalls gewöhnlich $\infty P.0P.\infty P\infty.[\infty P\infty].+P.-P.+P\infty$ (Fig. 345.).

Isomorph sind:

1) Phosphorsaures Natron-Ammoniumoxyd

($NaO,AmO,HO; {}_cPO_5 + 8HO$)

2) Arsenikſaures Natron-Ammoniumoxyd

($NaO,AmO,HO; AsO_5 + 8HO$)

Für beide ist $a:b:c = 0{,}3469:1:0{,}3236$; $L = 80°42'$. W ist für $\infty P = 141°16'$; V für $-2P\infty = 50°43'$, für $+2P\infty = 63°51'$, für $+4P\infty = 41°8'$; w für $\infty P = 86°56'$. Die Krystalle zeigen die Flächen $\infty P.0P.[\infty P\infty].-P.-2P\infty.+2P\infty.+4P\infty$ (z. B. in der Combination Fig. 346.).

§. 348. Zweifach-ſchwefelſaures Kali ($KO,SO_3 + HO,SO_3$) kryſtalliſirt bei dem Erkalten nach dem Schmelzen in Formen, welche denen des Feldſpaths ähnlich ſind. Es iſt dimorph, vergl. §. 291.

Isomorph mit nur wenig abweichenden Winkeln ſind:

Schwefelſaures Natron (Glauberſalz, $NaO,SO_3 + 10HO$)

Chromſaures Natron ($NaO,CrO_3 + 10HO$)

Für das erſtere iſt gefunden $a:b:c = 0{,}8962:1:1{,}109$;

Digitized by Google

$L = 72°15'$. W ist für $\infty P = 93°29'$, für $[P\infty] = 80°38'$, für $[2P\infty] = 45°58'$; V für $+P\infty = 49°50'$, für $+\frac{1}{2}P\infty = 75°19'$, für $-\frac{1}{2}P\infty = 47°56'$; w für $\infty P = 77°56'$. Fig. 335. zeigt die häufiger auftretende Combination $\infty P . \infty P\infty . 0P . [P\infty] . +P . +P\infty$. Die Krystalle sind fast immer in der Richtung der Orthodiagonale säulenförmig verlängert. Sehr vollkommen spaltbar parallel $\infty P\infty$.

Schwefelsaurer Kalk (Gyps, $CaO, SO_3 + 2HO$). $a : b : c = 1{,}445 : 1 : 0{,}5975$; $L = 81°26'$. A ist für $+P = 138°44'$, B für $-P = 143°28'$, für $\pm P$ ist $C = 122°21'$, $D = 71°42'$; W für $\infty P = 68°46'$. Gewöhnlichste Combinationen: $\infty P . [\infty P\infty] . +P . -P$ (Fig. 297.) und $\infty P . [\infty P\infty] - P$ (Fig. 298.); Zwillinge (Fig. 299., vergl. §. 337.). Höchst vollkommen spaltbar parallel $[\infty P\infty]$.

§. 349. Schwefelsaures Cadmiumoxyd ($CdO, SO_3 + 4HO$). Approximativ ist $a : b : c = 1{,}26 : 1 : 0{,}858$; $L = 64°$. W ist für $\infty P = 71°$, für $[2P\infty] = 78°30'$; w für $\infty P = 69°10'$; A für $+P = 116°41'$. Gewöhnlichste Combination: $+P . \infty P . 0P . [\infty P\infty] . [2P\infty] . +P\infty$ (ähnlich Fig. 323. ohne $+2P\infty$, vergl. §. 329.); $+P\infty$ ist meist nur schwach vorhanden, $[2P\infty]$ manchmal vorherrschend bis zum Verdrängen von $[\infty P\infty]$.

Isomorph sind:

Schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol), schwefelsaures Manganoxydul, schwefelsaures Kobaltoxydul (Kobaltvitriol), und die meisten schwefelsauren Salze, welche Kobaltoxydul, Kupferoxyd, Eisenoxydul, Nickeloxydul, Zinkoxyd, Magnesia u. a. gemischt enthalten (allgemeine Formel: $MeO, SO_3 + 7HO$, wo MeO eins oder eine Mischung mehrerer der vorgenannten Oxyde bedeutet); mit nur geringen Winkelabweichungen. Nach den am Eisenvitriol gewonnenen Bestimmungen ist $a : b : c = 0{,}8476 : 1 : 1{,}267$; $L = 75°40'$; W für $\infty P = 97°39'$, für $[P\infty] = 69°15'$; V für $+P\infty = 43°32'$, für $-P\infty = 32°36'$, für $-\frac{1}{3}P\infty = 55°20'$; w für $\infty P = 80°37'$. Die gemischten Salze zeigen meist die einfache Combination $\infty P . 0P$ (Fig. 312. a, vergl. §. 311.), die reinen gewöhnlich noch andere Flächen. Fig. 312. bis 317. stellen Combinationen des Eisenvitriols dar (vergl. §. 333., 335.). Vollkommen spaltbar nach $0P$, weniger deutlich nach

Digitized by Google

∞P. — Der allgemeinen Formel $MeO,SO_3 + 7HO$ kommen auch Krystallformen des quadratischen und des rhombischen Systems zu (vergl. §. 179. und 296.).

§. 350. Eine große Gruppe isomorpher Salze entsteht durch die Verbindung der neutralen schwefelsauren Salze von Magnesia, Manganoxydul, Zinkoxyd, Cadmiumoxyd, Eisenoxydul, Kobaltoxydul, Nickeloxydul, Kupferoxyd mit schwefelsaurem Kali oder Ammoniumoxyd und sechs Atomen Wasser. Die allgemeine Formel dieser Doppelsalze ist, wenn Me = Mg, Mn, Zn, Cd, Fe, Co, Ni oder Cu, und Alk = KO oder AmO:

$$MeO,SO_3 + Alk,SO_3 + 6HO.$$

Die verschiedenen Salze zeigen nicht genau dieselben Winkel, aber die Unterschiede sind nicht bedeutend genug (namentlich, da auch in Beziehung auf dasselbe Salz die Messungen verschiedener Beobachter oft erheblich differiren), daß man nicht in der Beschreibung Ein Axenverhältniß als für alle durchschnittlich gültig zu Grunde legen könnte. Man kann setzen $a:b:c = 1,4:1:0,67$; $L = 74°30'$; W für $\infty P = 71°30'$, für $[\infty P2] = 110°30'$, für $[P\infty] = 128°30'$; V für $+2P\infty = 42°$; w für $\infty P = 77°30'$. — Die Krystalle zeigen meistens die Flächen $\infty P . 0P + P . + 2P\infty . [P\infty]$; häufig auch $[\infty P2]$ und $[\infty P\infty]$, doch meist untergeordnet; manchmal auch $-P$ u. a. Der Habitus der Krystalle ist selten rhomboëdrisch (vergl. §. 325.), meistens säulenförmig in der Richtung der Hauptaxe (Fig. 339. zeigt eine solche Combination) oder tafelförmig durch das Vorherrschen von $0P$, selten pyramidal (Fig. 340.) oder tafelförmig durch Vorherrschen von $+2P\infty$ (Fig. 341., vergl. §. 334.).

§. 351. Unterschwefligsaures Natron ($NaO,S_2O_2 + 5HO$). $a:b:c = 2,8507:1:0,7825$; $L = 76°2'$. W ist für $\infty P = 37°36'$, für $[\infty P2] = 68°30'$, für $[P\infty] = 150°10'$. Gewöhnliche Combination: $\infty P . [\infty P2] . [\infty P\infty] . 0P . [P\infty]$ (Fig. 337.), auch mit untergeordneten $+P$ u. a. Flächen.

Salpetersaurer Strontian ($SrO,NO_5 + 5HO$). $a:b:c = 0,5895:1:0,808$; $L = 64°25'$. W ist für $\infty P = 113°40'$, für $\infty P3 = 54°$; V für $+P\infty = 67°22'$; w für $\infty P = 76°20'$. Gewöhnliche Combinationen: $\infty P . 0P . + P\infty$

Digitized by Google

(ähnlich Fig. 312. b) oder $\infty P . \infty P3 . 0P . +P\infty$ (Fig. 338., vergl. §. 327.).

Chromſaures Bleioxyd (Rothbleierz, PbO, CrO_3). $a : b : c = 1{,}041 : 1 : 0{,}96$; $L = 77°30'$. W iſt für $\infty P = 86°20'$, B für $-P = 119°0'$. In den Combinationen herrſchen meiſtens ∞P und $-P$ vor (ähnlich Fig. 298. ohne $[\infty P\infty]$). Am deutlichſten ſpaltbar parallel ∞P.

§. 352. Von mineralogiſch wichtigen kieſelſauren Verbindungen mögen angeführt werden:

Monoklinometriſcher Feldſpath (Orthoklas oder Adular zum Theil, $KO, SiO_3 + Al_2O_3, 3SiO_3$ nach Berzelius, $KO, Al_2O_3, 6SiO_2$ nach L. Gmelin). $a : b : c = 1{,}519 : 1 : 0{,}844$; $L = 63°53'$. W iſt für $\infty P = 61°11'$, für $[\infty P3] = 58°50'$, für $[2P\infty] = 90°7'$; V für $+\frac{2}{3}P\infty = 82°13'$, für $+P\infty = 65°47'$, für $+2P\infty = 35°44'$; w für $\infty P = 67°44'$. Prismatiſch verlängert nach der Richtung der Hauptare (z. B. Fig. 318. und 322.) oder der Klinodiagonale (z. B. in Fig. 323., vergl. §. 329.); manchmal tafelförmig durch das Vorherrſchen von $[\infty P\infty]$. Zwillingskryſtalle wie Fig. 320. und 321. (vergl. §. 338.) oder Fig. 324. u. 325. (vergl. §. 340.). Sehr vollkommen ſpaltbar nach $0P$, etwas weniger vollkommen nach $[\infty P\infty]$. — Aehnliche Formen mit ungefähr denſelben Winkeln zeigt der Rhyakolith ($NaO, SiO_3 + Al_2O_3, SiO_3$ nach Berzelius', $KO, Al_2O_3, 3SiO_2$ nach L. Gmelin's Bezeichnungsweiſe; das Natron iſt theilweiſe durch Kali vertreten). Für ihn iſt $L = 63°54'$, W für $\infty P = 60°39'$, V für $+P\infty = 65°37'$.

Augit oder Pyroxen ($3MeO, 2SiO_3$ nach Berzelius', MeO, SiO_2 nach L. Gmelin's Bezeichnungsweiſe, wo $Me = Ca$, Mg, Fe, Mn ſein kann, und je nach dem Vorwalten des einen oder des anderen oder mehrerer dieſer Metalle Diopſid, Salit, Malakolith, Hedenbergit, Kokkolith u. a. unterſchieden werden). $a : b : c = 0{,}9136 : 1 : 0{,}5399$; $L = 74°1'$. W iſt für $\infty P = 92°54'$, A für $+P = 120°39'$. Eine einfachere Combination $\infty P . \infty P\infty . [\infty P\infty] + P$ zeigt Fig. 328., eine andere, wo noch $-P$, $+2P$ und $0P$ auftreten, Fig. 327. Zwillingskryſtalle, Fig 329., vergl. §. 337. Ziemlich vollkommen ſpaltbar parallel ∞P.

Hornblende oder Amphibol ($MeO, SiO_3 + 3MeO, 2SiO_3$

Digitized by Google

nach Berzelius', $5MeO, 6SiO_2$ nach L. Gmelin's Bezeichnungsweise, wo Me dieselben Metalle wie bei dem vorstehenden Mineral bedeuten kann, und ebenso Tremolith, Grammatit, Antophyllit, Arfvedsonit u. a. unterschieden werden). $a : b : c = 1{,}837 : 1 : 0{,}5401$; $L = 75°10'$. W ist für $\infty P = 55°30'$; A für $+P = 148°30'$; w für $\infty P = 76°59'$. Fig. 330. zeigt eine gewöhnlichere Combination der Hornblende: ∞P . $[\infty P\infty]$. $+P$. $0P$. Zwillinge, Zwillingsfläche parallel $\infty P\infty$. Vollkommen spaltbar parallel ∞P.

Epidot ($3MeO, SiO_3 + 2[Me_2O_3, SiO_3]$ nach Berzelius', $3MeO, 2SiO_2 + 2[Me_2O_3, SiO_2]$ nach L. Gmelin's Bezeichnung, wo Me im ersten Theile der Formeln = Ca, Mg, Mn oder Fe, im zweiten = Fe, Al oder Mn ist, wonach Kalkepidot oder Zoisit, Eisenepidot oder Pistacit und Manganepidot unterschieden werden). Man kann setzen: $a:b:c = 0{,}5509:1:0{,}9924$; $L = 51°41'$; wonach W für $[P\infty] = 70°33'$, V für $+P\infty = 64°36'$, V für $-P\infty = 25°57'$, und die häufigst vorkommenden und vorwaltenden Flächen $0P$, $\infty P\infty$, $+P\infty$, $-P$, $[P\infty]$ für sich eine Combination ähnlich Fig. 343. (wenn hier noch $-P\infty$ hinzugedacht wird) bilden. Die Spaltbarkeit ist dann am deutlichsten parallel $+P\infty$, weniger parallel $\infty P\infty$; Zwillingskrystalle finden sich, wo dann die Zwillingsfläche parallel $\infty P\infty$ ist. — Die Krystalle sind immer in der Richtung der Orthodiagonale prismatisch verlängert.

Monoklinometrischer (optisch zweiachsiger) Glimmer zeigt gewöhnlich ∞P . $\infty P\infty$. $0P$. Da W für ∞P nahe $= 120°$, so erscheint diese Combination ähnlich einer hexagonalen Tafel. L ist dafür ungefähr $= 80°$. Ausgezeichnet spaltbar parallel $0P$.

Unter den organischen Verbindungen sind hervorzuheben:

§. 353. Oxalsäure ($C_2O_3 + 3HO$). $a : b : c = 0{,}590 : 1 : 1{,}969$; $L = 73°48'$. W ist für $\infty P = 116°52'$, für $[P\infty] = 34°40'$; V für $+P\infty = 29°36'$, für $-P\infty = 23°8'$; w für $\infty P = 81°36'$. Gewöhnliche Combination: ∞P . $0P$. $+P\infty$. $-P\infty$, auch mit $[P\infty]$ (Fig. 336., vergl. §. 326.); die Krystalle sind meistens in der Richtung der Orthodiagonale prismatisch verlängert.

Weinsäure ($C_4H_2O_5 + HO$). $a:b:c = 0{,}7845:1:0{,}8054$; $L = 79°43'$. W ist für $\infty P = 102°52'$, für $[P\infty] = 89°26'$;

Digitized by Google

V ist für $-P\infty = 45^{0}0'$, für $+P\infty = 57^{0}30'$. Gewöhnlichste Combination: ∞P . $\infty P\infty$. $-P$. $+P$ (dieses fehlt auch oft) . $[P\infty]$. (Die Flächen $[P\infty]$ zeigen sich gewöhnlich nur an der Einen Seite des Krystalls, Fig. 342., vergl. §. 336.; sie sind manchmal sehr vorherrschend).

§. 354. Essigsaures Natron ($NaO, C_4H_3O_3 + 6HO$). $a : b : c = 0{,}8438 : 1 : 0{,}8407$; $L = 68^{0}16'$. W ist für $\infty P = 95^{0}30'$; B für $-P = 117^{0}32'$; w für $\infty P = 75^{0}35'$. Gewöhnlichste Combination: ∞P . $[\infty P\infty]$. $0P$. $-P$ (Fig. 307.), seltener mit $\infty P\infty$, $+P$, $+2P$, $+2P\infty$. Spaltbar nach $0P$ und ∞P.

Essigsaures Zinkoxyd ($ZnO, C_4H_3O_3 + 3HO$). $a : b : c = 0{,}4838 : 1 : 0{,}87$; $L = 46^{0}30'$. W für $\infty P = 112^{0}36'$, V für $+2P\infty = 34^{0}36'$. Gewöhnliche Combination: $0P$. ∞P . $\infty P\infty$. $+P$. $+2P\infty$, meist tafelförmig durch das Vorherrschen von $0P$ (Fig. 348.). Spaltbar nach $0P$.

Essigsaures Kupferoxyd (Grünspan, $CuO, C_4H_3O_3 + HO$). $a : b : c = 0{,}6473 : 1 : 0{,}5275$; $L = 63^{0}$. W ist für $\infty P = 108^{0}$, V für $+2P\infty = 56^{0}$. Gewöhnliche Combination: ∞P . $0P$. $+P$. $+2P\infty$ (Fig. 304.), auch Zwillinge (Fig. 305., vergl. §. 339.). — Spaltbar nach $0P$ und ∞P.

Isomorph sind essigsaures Bleioxyd (Bleizucker, $PbO, C_4H_3O_3 + 3HO$), und essigsaurer Baryt (wenn er in der Kälte krystallisirt ist und eine dem ersteren Salze entsprechende Zusammensetzung hat). Für das erstere Salz ist $a : b = 0{,}4597 : 1$; $L = 70^{0}28'$; W für $\infty P = 128^{0}$. Gewöhnliche Combination: ∞P . $0P$. $\infty P\infty$, ähnlich Fig. 308., aber tafelförmiger dadurch, daß $0P$ vorherrschender ist. Spaltbar nach $0P$ und $\infty P\infty$.

Ameisensaures Kupferoxyd ($CuO, C_2HO_3 + 4HO$). $a : b : c = 0{,}983 : 1 : 0{,}766$; $L = 79^{0}20'$. W ist für $\infty P = 90^{0}$, A für $+P = 112^{0}18'$, w für $\infty P = 82^{0}30'$. Gewöhnliche Combination: ∞P . $0P$. $+P$ (Fig. 306.). Spaltbar nach $0P$.

Ameisensaures Cadmiumoxyd ($CdO, C_2HO_3 + 2HO$). $a : b : c = 0{,}7546 : 1 : 0{,}924$; $L = 82^{0}55'$. Für ∞P ist $W = 105^{0}30'$, $w = 85^{0}43'$; V für $+2P\infty = 29^{0}55'$. Die Krystalle zeigen vorherrschend ∞P und $0P$, kurz säulenförmig mit $+P$, $+2P\infty$ (ähnlich Fig. 304.), $-P$ und $\infty P\infty$, oder tafel-

Digitized by Google

förmig durch Vorwalten von $0P$, mit $-P$ und $+2P\infty$ (welches letztere dann oft bis zum Verschwinden von $\infty P\infty$ vorherrscht).

§. 355. Isomorph sind die oxalsauren Doppelsalze von Eisenoxyd, Chromoxyd oder Thonerde und Kali oder Ammoniumoxyd (allgemeine Formel: $Me_2O_3, 3C_2O_3 + 3[Alk, C_2O_3] + 6HO$, wenn $Me = Fe$, Cr oder Al, und $Alk = KO$ oder AmO). Mit Vernachlässigung der nicht bedeutenden Winkeldifferenzen, welche diese Salze zeigen, kann man für sie setzen $a : b : c = 0{,}999 : 1 : 0{,}395$; $L = 86°$. Für $+P$ ist $A = 138°48'$, für $-P$ $B = 140°34'$, für $\pm P$ $C = 139°42'$, $D = 58°19'$; W für ∞P nahe $= 90°$, für $[\infty P3/2] = 112°30'$; V für $+P\infty = 71°56'$. Die Krystalle sind säulenförmig durch Vorherrschen von ∞P. $[\infty P3/2]$, $[\infty P\infty]$, $\infty P\infty$, an den Enden begrenzt durch $\pm P$ im Gleichgewicht (dann ähnlich Fig. 297.), oder vorherrschendes $+P$, oder vorherrschendes $+P\infty$.

§. 356. Neutrales weinsaures Kali ($2(KO, C_4H_2O_5) + HO$). $a : b : c = 0{,}4021 : 1 : 1{,}0085$; $L = 75°12'$. Für ∞P ist $W = 134°50'$; V für $+P\infty = 52°5'$, für $-P\infty = 37°25'$. Die häufigst vorkommenden Flächen sind ∞P, $0P$, $\infty P\infty$, $[\infty P\infty]$, $+P\infty$, $-P\infty$; seltner zeigt sich $+1/2P$. (Vergl. §. 336.)

Neutrales weinsaures Ammoniumoxyd ($AmO, C_4H_2O_5 + HO$). $a : b : c = 0{,}868 : 1 : 1{,}244$; $L = 88°9'$. W ist für $[P\infty] = 69°50'$; V für $+P\infty = 39°31'$. Gewöhnliche Combination: $0P$. $\infty P\infty$. $+P\infty$. $[P\infty]$ (Fig. 343., vergl. §. 326.), auch mit untergeordneten $+P$ und $-P$flächen.

§. 357. Ferridcyankalium (Kaliumeisencyanid), Ferridcyanammonium und die entsprechenden Kobalt-, Mangan- und Chromverbindungen ($2Cfy + 3K$ oder $Fe_2Cy_3 + 3KCy$ ꝛc.) sind isomorph, mit nur geringen Winkelunterschieden. Nach den Messungen am Ferridcyankalium ist $a : b : c = 0{,}7457 : 1 : 0{,}5985$; $L = 72°27'$. Für $+P$ ist $A = 105°4'$, für $-P$ ist $B = 119°28'$, für $\pm P$ ist $C = 129°59'$, $D = 88°18'$; für ∞P ist $W = 103°56'$. Gewöhnliche Combination des Ferridcyankaliums: $+P$. $-P$. ∞P. $\infty P\infty$ (Fig. 300.), auch Zwillinge (Fig. 301., vergl. §. 337.); das Kaliumkobaltcyanid zeigt häufig $+P$. $-P$. $\infty P\infty$. $[\infty P\infty]$, auch $-P$ vor $+P$ vorwaltend (Fig. 302.), auch Zwillinge (Fig. 303., vergl. §. 337.); an dem Kaliumchromcyanid ist ∞P. $+P$. $-P$. $[P\infty]$ beobachtet.

Digitized by Google

§. 358. Zucker (Rohrzucker, $C_{12}H_{11}O_{11}$). $a:b:c=0{,}7952:1:0{,}7$; $L=76°44'$. W ist für $\infty P=101°30'$, für $[P\infty]=98°50'$; V für $+P\infty=64°12'$. Gewöhnliche Combinationen: $\infty P.0P.\infty P\infty$ (Fig. 308.), $\infty P.0P.\infty P\infty.+P\infty.[P\infty]$ (Fig. 309., vergl. §. 336.).

Taurin ($C_4H_7NS_2O_6$). $a:b:c=1{,}4648:1:0{,}6648$; $L=86°22'$. A ist für $+P=137°30'$, B für $-P=139°44'$, für $\pm P$ ist $C=117°38'$, $D=77°37'$; W für $\infty P=68°32'$; w für $\infty P=87°0'$. Die Krystalle zeigen meist $\infty P.[\infty P\infty].+P.-P$, ähnlich Fig. 297., auch $0P$ u. a.

Asparagin ($C_8N_2H_{10}O_8$). $a:b:c=1{,}468:1:0{,}856$; $L=64°29'$. W ist für $\infty P=63°10'$, für $[\infty P2]=101°6'$; V für $+P\infty=64°46'$; w für $\infty P=68°28'$. Gewöhnliche Form: $\infty P.[\infty P2].[\infty P\infty].0P.+P\infty.+P$ (Fig. 347., vergl. §. 327.).

Piperin ($C_{34}H_{19}NO_6$). $a:b=1{,}039:1$; $L=70°42'$. Für ∞P ist $W=84°30'$, $w=75°50'$. Gewöhnliche Form: $\infty P.0P$, ähnlich Fig. 63.

Digitized by Google

Di- und triklinometrisches System.

§. 359. In dem monoklinometrischen System waren die Nebenaren rechtwinklig zu einander geneigt, und die Hauptaxe machte mit der einen Nebenaxe einen rechten, mit der anderen einen schiefen Winkel. Krystallformen, wo die Nebenaxen rechtwinklig zu einander geneigt sind und die Hauptaxe schief gegen beide Nebenaxen steht, gehören in das diklinometrische, Krystallformen, wo alle drei Axen unter schiefen Winkeln zu einander geneigt sind, gehören in das triklinometrische System. Das Vorkommen diklinometrischer Krystallformen ist noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen (vergl. die Note zu §. 367.); wir wollen deshalb hier das triklinometrische System im Allgemeinen betrachten und die Eigenthümlichkeiten des diklinometrischen in einzelnen Fällen hervorheben; wo auf eine Verschiedenheit in den beiden Systemen nicht aufmerksam gemacht ist, gilt das für das triklinometrische Gesagte auch für das diklinometrische.

Die drei Axen des triklinometrischen Systems sind einzelne Axen; als Hauptaxe nimmt man wieder diejenige, in deren Richtung vorzugsweise prismatische Ausbildung statt hat, oder welcher die meisten Flächen und Kanten parallel sind. Die zwei anderen Axen, Nebenaxen, werden wieder der Größe nach als Makrodiagonale und als Brachydiagonale bezeichnet. —

Der basische Hauptschnitt geht durch die beiden Nebenaxen, der makrodiagonale durch die Hauptaxe und die Makrodiagonale, der brachydiagonale durch die Hauptaxe und die Brachydiagonale.

Digitized by Google

§. 360. Ein triklinometrisches Arensystem ist vollständig bestimmt, wenn das Größenverhältniß der drei Aren, oder die Größe von zweien derselben bezogen auf die der dritten als Einheit, gegeben ist, und außerdem die drei Neigungswinkel der Aren zu einander (Hauptare zur Makrodiagonale, Hauptare zur Brachydiagonale, Makrodiagonale zur Brachydiagonale). Zur vollständigen Bestimmung eines triklinometrischen Arensystems müssen also fünf Größen, aus fünf von einander unabhängigen Messungen, ermittelt werden. Die Bestimmung des Arensystems ist hierdurch erschwert; sie wird es noch mehr dadurch, daß man alle Flächen willkürlich in der verschiedensten Weise bestimmen kann. Nur für solche triklinometrisch krystallisirende Substanzen, welche einen großen Reichthum an Flächen zeigen, kann es von Wichtigkeit sein, eine Grundform zu berechnen, und dies kommt verhältnißmäßig so selten vor, daß die Angabe dieser Berechnung hier unterbleiben mag.

Bei dem diklinometrischen Krystallsystem kann man diejenige Are als Hauptare nehmen, welche zu den beiden anderen schief geneigt ist; diese letzteren, die Nebenaren, stehen dann rechtwinklig zu einander und können gleichfalls als Makrodiagonale und als Brachydiagonale unterschieden werden.

§. 361. Die Formen des triklinometrischen Systems denken wir uns so gestellt, daß die Nebenaren in einer horizontalen Ebene liegen; die Hauptare steht dann geneigt, und bald ist es für die Betrachtung vortheilhafter, ihr oberes Ende von dem Beobachter weg-, bald ihr oberes Ende dem Beobachter zugewendet zu stellen. Ebenso treten die Eigenthümlichkeiten einer Krystallform und interessante Beziehungen derselben bald besser hervor, wenn man die Makrodiagonale ungefähr von vorn nach hinten gerichtet sein läßt, bald, wenn man der Brachydiagonale diese Richtung giebt. Eine allgemeine Regel läßt sich hier nicht aufstellen.

Die Zeichnung eines gegebenen triklinometrischen Arensystems läßt sich nicht mehr so einfach ausführen, wie dies für die früheren Systeme möglich war. Man zeichnet ein gegebenes Arensystem der Art am besten in der Weise, daß man die Lage einer Linie berechnet, welche von dem Mittelpunkte des Arensystems zu dem Punkte geht, in welchem ein von irgend einer Stelle der

Digitized by Google

Hauptaxe auf die Ebene der Nebenaxen gefälltes Perpendikel diese Ebene trifft (Kenntniß der Lage dieser Linie bedeutet hier die Kenntniß der Winkel, welche sie mit den beiden Nebenaxen macht), und daß man weiter berechnet den Winkel, unter welchem die Hauptaxe zu dieser Linie geneigt ist. Man zieht dann diese Linie von links nach rechts gerichtet, zeichnet die Nebenaxen unter den richtigen Winkeln zu ihr zuerst im Grundriß und dann nach den früher angegebenen Regeln ihre perspectivische Ansicht; und die Hauptaxe zieht man unter dem wirklichen (vorher berechneten) Neigungswinkel zu dieser Linie. Man kann sich diese Linie auch von vorn nach hinten gerichtet denken, und die einfachen früher angegebenen Regeln genügen auch für diesen Fall, die perspectivische Zeichnung zu vollenden.

Einfache Formen.

§. 362. Als Grundform läßt sich auch in dem triklinometrischen System eine Pyramide denken, deren Flächen die drei zu einander schiefwinklig stehenden Axen in verschiedenen Abständen von dem Mittelpunkte schneiden; es entsteht so eine triklinometrische Pyramide (ein- und eingliedriges Oktaëder, Anorthotyp, Anorthoid). Fig. 65. (Mod. 55) zeigt eine solche für das Axensystem des Kupfervitriols; aa ist hier die Brachydiagonale, bb die Makrodiagonale, cc die Hauptaxe; $a : b : c = 1{,}027 : 1{,}816 : 1$; b rechts ist zu a vorn unter 77°37′, b rechts zu c oben unter 82°21′, a vorn zu c oben unter 73°10′ geneigt.

An einer solchen triklinometrischen Pyramide sind die acht Flächen viererlei Art; nur je zwei parallele sind gleichartig. Man unterscheidet sie in der Art, daß man von den vier dem Beobachter zugewendeten Flächen die rechts oben mit P^1, die links oben mit ${}^1P$, die rechts unten mit P_1, die links unten mit ${}_1P$ bezeichnet; von den hinteren Flächen erhält jede dasselbe Zeichen, welches die mit ihr parallele vordere hat. Es ist klar, daß diese Bezeichnungsweise sich auf Eine bestimmte Stellung der Pyramide bezieht; eine Veränderung der Stellung würde eine neue Bezeichnung jeder Fläche bedingen.

Die sechs Ecken sind dreierlei Art. — Die drei Hauptschnitte

Digitized by Google

durch eine triklinometrische Pyramide sind Rhomboide; von den zwölf Kanten sind nur je zwei sich parallele gleich.

Es ist also hier die möglichste Vielartigkeit in den Begrenzungselementen vorhanden, und charakteristische Verschiedenheit gegenüber den monoklinometrischen und anderen Pyramiden (vergl. §. 304. und die da angeführten Stellen). — An einer diklinometrischen Pyramide wäre fast alles gerade so wie an einer triklinometrischen, nur wäre der basische Hauptschnitt ein Rhombus; die in ihm liegenden vier Kanten wären aber auch zweierlei Art (obgleich alle gleich lang), weil sie durch ungleichartige Flächen gebildet wären.

Das vollständige Zeichen einer triklinometrischen Grundform ist ${}_1P_1^1$; je zwei parallele ihrer Flächen können selbstständig, unabhängig von allen anderen, auftreten. Außer den Flächen der Grundform können noch Flächen secundärer Pyramiden, allgemein $m_1^1\breve{P}_1^1 n$ oder $m_1^1\breve{P}_1^1 n$, vorkommen; auch diese secundären Pyramiden sind eigentlich Combinationen von Viertelspyramiden, welche unabhängig von einander sind.

§. 363. Prismatische Flächen können vorkommen in der Richtung jeder Axe. Die Flächen des Hauptprisma's ∞P schneiden die Brachy- und die Makrodiagonale in demselben Verhältniß, wie die Flächen der Grundform, und sind der Hauptaxe parallel. Aber von den vier Flächen des Prisma's ∞P sind nur je zwei sich parallele gleichartig, und solche zwei sind unabhängig von den beiden anderen. Man bezeichnet die Prismafläche vorn rechts und die ihr parallele mit ∞P_1^1, die anderen mit ${}_1^1\infty P$, das Vorkommen dieser zweierlei Prismaflächen zusammen mit ${}_1^1\infty P_1^1$.

Aehnlich wie im rhombischen System kommen secundäre Prismen vor, von den allgemeinen Zeichen $\infty\breve{P}m$ oder $\infty\breve{P}m$; jedes zerfällt in zwei Hemiprismen ($\infty\breve{P}_1^1 m$ und ${}_1^1\infty\breve{P}m$, $\infty\breve{P}_1^1 m$ und ${}_1^1\infty\breve{P}m$).

Die einer Nebenaxe parallelen prismatischen Formen oder Domen (allgemein $m\breve{P}\infty$ oder $m\breve{P}\infty$) zerfallen gleichfalls in zwei Hemidomen. Ist die Grundform so gestellt, daß die Makrodiagonale auf den Beobachter zu gerichtet ist, so können von einem makrodiagonalen Doma $m\breve{P}\infty$ die zwei Flächen oben links und unten rechts unabhängig von den beiden anderen auftreten; erstere erhalten dann das Zeichen $m^1\breve{P}_1\infty$, letztere $m_1\breve{P}^1\infty$.

Digitized by Google

Wäre die Brachydiagonale die auf den Beobachter zu gerichtete Nebenare, so würde die Bezeichnung für die zwei aus jedem brachydiagonalen Doma $m\breve{P}\infty$ entstehenden zwei Hemidomen $m^1\breve{P}_1\infty$ und $m_1\breve{P}^1\infty$ sein. — Wenn die Makrodiagonale die von links nach rechts gerichtete Nebenare ist, so können von den vier Flächen eines makrodiagonalen Doma's $m\bar{P}\infty$ zwei, vorn oben und hinten unten, auftreten, unabhängig von den zwei anderen, welche vorn unten und hinten oben auftreten würden; mit Rücksicht darauf, wo jedes dieser Hemidomen vorn erscheint, wird das erstere mit $m^1\bar{P}^1\infty$, das letztere mit $m_1\bar{P}_1\infty$ bezeichnet. Wäre die Brachydiagonale von links nach rechts gerichtet, so würden die brachydiagonalen Hemidomen mit $m^1\breve{P}^1\infty$ und $m_1\breve{P}_1\infty$ bezeichnet.

Man sieht leicht ein, daß sich in diesem System alle prismatischen Formen (Prismen und Domen) so verhalten, wie in dem monoklinometrischen System die orthodiagonalen Domen. An allen sind nur die zwei sich gegenüberliegenden Flächen gleichartig. — Außerdem sieht man aber auch leicht, wie die ganze Bezeichnung der Pyramidenflächen und der Prismen- oder Domenflächen auf der Annahme einer bestimmten Stellung des Axensystems beruht.

Endlich kommen noch dreierlei Endflächen vor: basische $0P$, makrodiagonale $\infty\bar{P}\infty$, brachydiagonale $\infty\breve{P}\infty$.

Combinationen.

§. 364. Gleichartigkeit der Flächen findet also in diesem System nur zwischen je zwei parallelen statt; keine einzige einfache Form hat mehr als zwei Flächen. Alle triklinometrischen Krystalle sind also Combinationen; die Eigenthümlichkeiten derselben ergeben sich am besten aus der Vergleichung mit den entsprechenden monoklinometrischen.

Fig. 350. zeigt eine Combination des triklinometrischen Feldspaths (Albits); an diesem ist das Verhältniß der Makrodiagonale zur Brachydiagonale zur Hauptaxe = 1,627 : 1 : 0,887; die Hauptaxe oben ist zur Brachydiagonale rechts unter 63°25′, zur Makrodiagonale vorn unter 85°20′ geneigt, die Makrodiagonale vorn zur Brachydiagonale rechts unter 86°45′. Die Makrodia-

Digitized by Google

gonale des triklinometrischen Feldspaths entspricht der Orthodiagonale (*a*) des monoklinometrischen Feldspaths (Orthoklases oder Adulars), die Brachydiagonale des ersteren der Klinodiagonale (*b*) des letzteren; für den monoklinometrischen Feldspath ist das Arenverhältniß $a : b : c = 1{,}519 : 1 : 0{,}844$, der Winkel der Hauptaxe zur Klinodiagonale $= 63^{0}53'$, der zwischen der Hauptaxe und der Orthodiagonale $= 90^{0}$ und eben so groß der zwischen der Ortho- und der Klinodiagonale; Fig. 318., 322., 323. zeigen Formen des monoklinometrischen Feldspaths. An dem letzteren ist $0P$ oben gegen ∞P vorn rechts ebenso geneigt, wie gegen ∞P hinten rechts (unter $67^{0}44'$), gegen ∞P vorn links ebenso, wie gegen ∞P hinten links (unter $112^{0}16'$); an dem triklinometrischen*) hingegen ist $0P$ oben gegen die Flächen des Prisma's $\infty\,{}_{1}P_{1}$ unter vier verschiedenen Winkeln geneigt, gegen die Prismafläche vorn rechts (∞P_{1}) unter $64^{0}55'$, gegen die hinten rechts unter $69^{0}9'$, gegen die vorn links ($\infty\,{}_{1}P$) unter $110^{0}51'$, gegen die hinten links unter $115^{0}5'$. — An dem monoklinometrischen Feldspath ist $0P$ oben gegen $[\infty P\infty]$ hinten unter demselben Winkel geneigt, wie gegen $[\infty P\infty]$ vorn, unter 90^{0}; an dem triklinometrischen ist $0P$ oben gegen $\infty\breve{P}\infty$ vorn unter $86^{0}24'$, gegen $\infty\breve{P}\infty$ hinten unter $93^{0}36'$ geneigt. — An dem monoklinometrischen Feldspath ist $[\infty P\infty]$ vorn unter demselben Winkel ($120^{0}36'$) zu den anliegenden Prismaflächen geneigt; an dem triklinometrischen $\infty\breve{P}\infty$ vorn zu $\infty\,{}_{1}P$ unter $119^{0}52'$, zu ∞P_{1} unter $117^{0}53'$. An dem monoklinometrischen Feldspath bildet $+P\infty$ oben rechts gleichartige Combinationskanten nach $[\infty P\infty]$ hinten und nach $[\infty P\infty]$ vorn, und diese gleichartigen Combinationskanten werden durch gleichartige Flächen $+P$ abgestumpft; an dem triklinometrischen bildet ${}_{1}\breve{P}\infty$ oben rechts keineswegs gleichartige Combinationskanten mit den Flächen $\infty\breve{P}\infty$ vorn und hinten; die Combinationskante zwischen ${}_{1}\breve{P}\infty$ rechts oben und der Fläche $\infty\breve{P}\infty$ vorn kann abgestumpft sein (durch P_{1}), ohne daß die Combinationskante zwischen ${}_{1}\breve{P}\infty$ rechts oben und der Fläche $\infty\breve{P}\infty$ hinten dieselbe Veränderung erleidet.

---

*) Modell 54 zeigt eine Combination $0P\,.\,\infty\,{}_{1}P\,.\,\infty P_{1}$, wie sie dem Arensystem des Kupfervitriols entspräche.

Digitized by Google

§. 365. In dem monoklinometrischen System zerfiel die Grundform P in zwei von einander unabhängige Hemipyramiden, deren jede mit vier gleichartigen Flächen, zwei oben und zwei unten, ohne die andere auftreten konnte. In dem triklinometrischen kann jede Viertelspyramide mit nur zwei gleichartigen Flächen, einer oben und einer unten, für sich auftreten. Als Grundform des Kupfervitriols hat man die Fig. 65. (Mod. 55) dargestellte triklinometrische Pyramide (vergl. §. 362.) angenommen. Treten zu dieser die Endflächen $\infty \breve{P} \infty$ und $\infty \breve{P} \infty$ und die zusammengehörigen Hemiprismen ${}_{\infty}{}^{1}P$ und $\infty P_1{}^{1}$, so entsteht die Fig. 66. (Mod. 56) dargestellte Form. Treten von den Pyramidenflächen aber nur die zu P^{1} gehörigen (P^{1} und die parallele) auf, d. h. denkt man sich diese und die der Hauptare parallelen Flächen bis zur Verdrängung der anderen Pyramidenflächen wachsend, so entsteht die Fig. 67. (Mod. 57) dargestellte gewöhnlichste Form des Kupfervitriols. Die so leicht zu erhaltenden Krystalle dieses Salzes eignen sich sehr gut dazu, die Eigenthümlichkeiten des triklinometrischen Systems anschaulich zu machen; $\infty \breve{P} \infty$ (der Hauptare parallel gestreift und daran meistens leicht kenntlich) ist geneigt zu ${}_{\infty}{}^{1}P$ unter 154°3′, zu $\infty P_1{}^{1}$ unter 149°7′; $\infty \breve{P} \infty$ zu $\infty P_1{}^{1}$ unter 110°10′, zu ${}_{\infty}{}^{1}P$ (hinten) unter 126°40′; $\infty \breve{P} \infty$ zu $\infty \breve{P} \infty$ unter 79°19′; ${}_{\infty}{}^{1}P$ zu $\infty P_1{}^{1}$ unter 123°10′; P^{1} zu $\infty \breve{P} \infty$ unter 103°27′, zu $\infty P_1{}^{1}$ unter 127°40′, zu $\infty \breve{P} \infty$ unter 120°50′. (Diese Zeichen gehen, wo nicht das Gegentheil bemerkt ist, auf die in Fig. 67. vorderen Flächen.)

Untergeordnet treten häufig noch andere Flächen auf; zu ihrer Bestimmung wie zu der Entwickelung triklinometrischer Combinationen im Allgemeinen ist wiederum das allgemeine Gesetz von Wichtigkeit, daß die Flächen zweier Formen, deren Combinationskanten einem Hauptschnitt parallel sind, die zwei in diesem Hauptschnitt liegenden Aren in demselben Verhältniß schneiden (der speciellere Ausdruck dieses Gesetzes ist auch für dieses System, wie §. 255. angegeben). — Fig. 68. zeigt einige der an dem Kupfervitriol häufiger untergeordnet auftretenden Formen. Die Hemidomen $2\,{}_{1}\breve{P}^{1}\infty$, ${}_{1}\breve{P}^{1}\infty$, ${}^{1}\breve{P}_{1}\infty$, $2\,{}^{1}\breve{P}_{1}\infty$ ebenso wie die basische Endfläche $0P$ bilden als Formen, welche der Brachydiagonale parallel sind, unter einander und mit $\infty \breve{P} \infty$

Digitized by Google

Combinationskanten, welche dem basischen Hauptschnitt parallel sind. $0P$ bildet als Endfläche mit P^1 eine Combinationskante, welche der zwischen P^1 und ∞P_1^1 parallel ist. — In Fig. 67. liegen die Kanten zwischen P^1 und $\infty \breve{P} \infty$ dem makrodiagonalen Hauptschnitt parallel; die Flächen, welche (in Fig. 68.) diese Kanten abstumpfen, schneiden die Hauptaxe und die Makrodiagonale in demselben Verhältniß wie P^1; d. h. wenn sie auch der Brachydiagonale parallel sind, gehören sie zu dem Doma $\breve{P} \infty$; in Fig. 68. ist so ${}_1\breve{P}^1 \infty$ kenntlich. $2\,{}_1\breve{P}^1 \infty$ bildet Abstumpfungen der (schärferen) Kanten zwischen P^1 und $\infty\,{}_1{}^1P$. Die Kanten zwischen P^1 und $\infty \breve{P} \infty$ sind dem brachydiagonalen Hauptschnitt parallel; sie sind theilweise in Fig. 68. abgestumpft durch Flächen einer Pyramide, welche die Hauptaxe und die Brachydiagonale in demselben Verhältniß schneidet, wie die Grundform, durch $2\breve{P}^1 2$ (an der Stelle dieser Flächen oder neben ihnen zeigt sich auch manchmal $3\breve{P}3$).

Die Kanten zwischen einer der Hauptaxe parallelen Endfläche und den anliegenden Prismaflächen sind ungleichartig; die eine kann verändert werden, ohne daß die andere an dieser Veränderung theilnehmen muß. So zeigen sich an dem Kupfervitriol (Fig. 67.) die Kanten zwischen $\infty \breve{P} \infty$ und $\infty\,{}_1{}^1P$ manchmal abgestumpft durch $\infty\,{}_1{}^1\breve{P}2$, ohne daß die Kanten zwischen $\infty \breve{P} \infty$ und ∞P_1^1 abgestumpft wären; so treten nicht selten zwei Flächen $\infty \breve{P}_1{}^1 2$ allein auf, als Abstumpfungen der Kanten zwischen $\infty \breve{P} \infty$ und ∞P_1^1. — An dem triklinometrischen Feldspath (Albit), Fig. 350., zeigen sich die Flächen $\infty\,{}_1{}^1\breve{P}3$ und $\infty \breve{P}_1{}^1 3$ als Abstumpfungen der Kanten, welche $\infty \breve{P} \infty$ mit $\infty\,{}_1{}^1P$ und ∞P_1^1 bildet.

§. 366. Bei der Bestimmung triklinometrischer Krystalle hat man zu beachten, daß die Ausbildung eines Krystalls an diametral entgegengesetzten Stellen nicht dieselbe ist; es finden sich zwar dieselben Flächen, aber in anderer Richtung auf einander folgend. — In allen Systemen mit rechtwinklig zu einander stehenden Axen kann man den Krystall herumdrehen, das vorher obere Ende zum unteren, das vorher vordere zum hinteren, das vorher links befindliche zum rechts befindlichen machen, ohne daß die Stellung des Krystalls im allgemeinen eine andere wird. Ein Topaskrystall wie Fig. 279. (Mod. 40) könnte unten oder

Digitized by Google

oben aufgewachsen und also hier nicht durch Krystallflächen begrenzt sein, und man könnte doch immer das freie Ende als oberes so stellen, wie es Fig. 279. vorgezeichnet ist; dasselbe gilt für links und rechts, für vorn und hinten: die Begrenzung eines rhombischen Krystalls oben (oder links, oder vorn) ist das Ebenbild seiner Begrenzung unten (oder rechts, oder hinten). Wenn ein monoklinometrischer Krystall, z. B. Fig. 307. (ähnlich Mod. 50), oben nicht ausgebildet wäre, so könnte man ihn drehen, so daß sein ausgebildetes Ende als oberes in der Fig. 307. vorgezeichneten Stellung erschiene, und dasselbe gilt für links und rechts; wenn er aber vorn nicht ausgebildet wäre, so könnte man ihn nicht so drehen, daß seine hinteren Flächen in die Stellung kämen, wie sie Fig 307. für die Stellung der vorderen vorschreibt; die Begrenzung um das eine Ende der Orthodiagonale ist das Spiegelbild der Begrenzung um das andere Ende dieser Are. In dem triklinometrischen System endlich ist die Begrenzung an dem einen Ende jeder Are das Spiegelbild der Begrenzung an dem anderen Ende derselben; wenn ein Kupfervitriolkrystall wie Fig. 67. (Mod. 57) mit dem oberen Ende angewachsen ist, so kann man das freie Ende nie so stellen, daß es als oberes für Fig. 67. erschiene. Nehmen wir die in dieser Figur gezeichnete Stellung als maßgebend für die Bestimmung, so sind die Kupfervitriolkrystalle manchmal mit dem unteren, manchmal mit dem oberen Ende aufgewachsen oder verwachsen; der Anfänger hat dies bei Bestimmungsübungen zu beachten, weil man im Allgemeinen stets versucht ist, der leichteren und vollständigeren Betrachtung wegen das freie und ausgebildete Ende nach oben zu stellen. Was hier für die triklinometrischen Krystalle in Beziehung auf oben und unten gesagt wurde, gilt natürlich auch für links und rechts und für vorn und hinten.

§. 367. Die Winkel, welche die drei Aren in dem triklinometrischen System mit einander machen, sind bei den verschiedenen hierher gehörigen Substanzen verschieden groß; ebenso die Winkel, unter welchen die drei Hauptschnitte zu einander geneigt sind. Wenn die Neigung des makrodiagonalen zu dem brachydiagonalen Hauptschnitt ($\infty \bar{P} \infty$ zu $\infty \breve{P} \infty$) nicht merklich von 90° abweicht, so ist eine der Hauptare parallele Endfläche ($\infty \bar{P} \infty$ oder $\infty \breve{P} \infty$) gegen die anstoßenden zwei Fläch desen

Digitized by Google

Prisma's $\infty {}_1P_1$ unter demselben Winkel geneigt, was aber eine Gleichartigkeit dieser beiden Prismaflächen und der so entstehenden Combinationskanten keineswegs beweis't. An dem unterschwefligsauren Kalk ($CaO,S_2O_2 + 6HO$) ist dies der Fall. Fig. 349. zeigt eine einfachere Form dieses Salzes; die Hauptare c oben ist zu der Brachydiagonale a hinten unter 81°16′, zu der Makrodiagonale b rechts unter 72°47′ geneigt; die Makrodiagonale b rechts zu der Brachydiagonale a hinten unter 87°26′. $0P$ ist geneigt zu $\infty \breve{P} \infty$ unter 72°58′, zu $\infty \bar{P} \infty$ unter 98°21′, zu $\infty {}_1P$ unter 107°17′, zu ∞P_1 unter 85°51′; $\infty \bar{P} \infty$ zu $\infty \breve{P} \infty$ unter 90°; $\infty \bar{P} \infty$ zu $\infty {}_1P$ und ∞P_1 unter 140°55′, $\infty \breve{P} \infty$ zu ∞P_1 und $\infty {}_1P$ (hinten) unter 129°5′; $\infty {}_1P$ zu ∞P_1 unter 101°50′ (die Zeichen gehen auf die vorderen Flächen der Fig. 349., wo nicht das Gegentheil bemerkt ist*).

Zwillingskrystalle.

§. 368. Zwillingsbildungen sind in diesem Systeme seltener; es mag hier nur einiger an dem triklinometrischen Feldspath vorkommender erwähnt werden. Die Zwillingsfläche ist hier manchmal parallel $\infty \bar{P} \infty$ (entsprechend $\infty P \infty$ an dem monoklinometrischen Feldspath), und dann entstehen ähnliche Zwillinge wie Fig. 320. und 321. (vergl. §. 338.). Manchmal ist die

*) Meistens wird, wie oben, angenommen, die Schiefwinkligkeit der drei Aren bedinge den triklinometrischen, die Rechtwinkligkeit zweier Aren, die beide zu der dritten Are schief geneigt sind, den diklinometrischen Charakter. Dann können triklinometrische Krystalle vorkommen, bei welchen zwei Hauptschnitte rechtwinklig zu einander sind, wie in dem oben erläuterten Beispiel. — Aber auch die entgegengesetzte Ansicht ist ausgesprochen, die Schiefwinkligkeit der drei Hauptschnitte zu einander bedinge den triklinometrischen, die Rechtwinkligkeit zweier Hauptschnitte, welche beide zu dem dritten Hauptschnitt schief geneigt sind, den diklinometrischen Charakter. Der letzteren Ansicht nach wäre der unterschwefligsaure Kalk diklinometrisch, und es sind ihr zufolge triklinometrische Arensysteme möglich, in welchen zwei Aren rechtwinklig zu einander sind. — Nur höchst selten kommt ein Fall vor, wo diese hier nur angedeutete Meinungsverschiedenheit auf die Beurtheilung des Krystallsystems von Einfluß ist; bei fast allen Krystallen mit geneigten Aren, welche nicht in das monoklinometrische System gehören, sind sowohl die drei Aren als auch die drei Hauptschnitte nur unter schiefen Winkeln zu einander geneigt.

Digitized by Google

Zwillingsfläche parallel $\infty \breve{P} \infty$ (entsprechend $[\infty P \infty]$ an dem monoklinometrischen Feldspath), und diese Zwillinge weisen den triklinometrischen Charakter auf das deutlichste nach. Denkt man sich einen monoklinometrischen Feldspath, z. B. Fig. 318., durch den klinodiagonalen Hauptschnitt (nach den punktirten Linien) halbirt und die eine Hälfte um 180° gegen die andere gedreht, so bietet der Krystall dieselbe Form wie vorher; die so zusammenkommenden Flächenstücke $0P$ kommen in Eine Ebene zu liegen, ebenso die zusammenkommenden Flächenstücke $+2P\infty$. Denkt man sich aber einen triklinometrischen Feldspath, wo $0P$ schief zu $\infty \breve{P} \infty$ steht, Fig. 350., durch den brachydiagonalen Hauptschnitt (nach den punktirten Linien) halbirt und die eine Hälfte gegen die andere um 180° gedreht, so entsteht ein Zwilling Fig. 351., wo an dem einen (in der Figur dem oberen) Ende $0P$ der einen Hälfte mit $0P$ der anderen einen einspringenden Winkel von 172°48′ und ${}_1P^{\prime}\infty$ mit ${}_1P^{\prime}\infty$ einen eben solchen von 175°12′ bildet, während an dem anderen Ende die gleichnamigen Flächen unter ausspringenden Winkeln von derselben Größe zu einander geneigt sind. — Auch Zwillinge, wo die zusammensetzenden Individuen in einer Fläche parallel $0P$ verwachsen sind, kommen vor.

Uebersicht einiger im triklinometrischen System krystallisirenden Substanzen.

§. 369. Die krystallographische Beschreibung der in dieses System gehörigen Substanzen ist ohne große Weitläufigkeit nicht mit Deutlichkeit durchzuführen; welches Axensystem man bei ihnen als das der Grundform annehmen soll, ist oft zweifelhaft. Noch größere Willkür als in dem monoklinometrischen System (vergl. §. 330.) herrscht in diesem, was die Bestimmung der einzelnen Flächen angeht; je zwei sich parallele können ebensowohl als Endflächen, wie als Hemiprismen- oder Hemidomenflächen, wie als Flächen von Viertelspyramiden betrachtet werden. Während in den ersten Systemen die Grundform durch einerlei Flächen begrenzt war, ihr Axensystem durch die Betrachtung von

Digitized by Google

Einer Art Flächen festgestellt und dann alle anderen Arten von Flächen daraus abgeleitet werden konnten, muß in diesem Systeme die Wahl und Bestimmung einer Grundform und ihres Axensystems auf die Untersuchung von vielerlei Arten von Flächen gestützt sein; in diesem Systeme beruht die Annahme einer Grundform auf der Betrachtung der Lage von vielerlei Flächen, während in den früheren alle Flächen aus der Annahme einer Grundform abgeleitet werden konnten, und die Wahl der Grundform selbst viel weniger einer Unsicherheit unterlag.

Es mag deshalb hier nur eine kurze Aufzählung der wichtigsten Körper folgen, welche triklinometrisch krystallisiren. Triklinometrischer Feldspath (Albit, Periklin, Tetartin u. s. w., $NaO, SiO_3 + Al_2O_3, 3SiO_3$ nach Berzelius, $NaO, 3SiO_2 + Al_2O_3, 3SiO_2$ nach L. Gmelin, wo das Natron theilweise durch Kali vertreten sein kann; vergl. §. 364. und 368. Oligoklas: $NaO, SiO_3 + Al_2O_3, 2SiO_3$ nach Berzelius, $[3NaO, 4SiO_2] + 4[Al_2O_3, 3SiO_2]$ nach L. Gmelin. Anorthit u. a.) Axinit. Borarsäure ($BO_3, 3HO$). Traubensäure ($C_4H_2O_5 + 2HO$). Gallussäure ($C_7H_4O_6$). Isomorph sind schwefelsaures Kupferoxyd (Kupfervitriol, $CuO, SO_3 + 5HO$; vergl. §. 362., 365.) und das entsprechende schwefelsaure Manganoxydul und selensaure Kupferoxyd. Zweifach-chromsaures Kali ($KO, 2CrO_3$) und zweifach-chromsaures Silberoxyd ($AgO, 2CrO_3$). Unterschwefligsaurer Kalk ($CaO, S_2O_2 + 6HO$; vergl. §. 367.). Bernsteinsaures Natron ($NaO, C_4H_2O_3 + 6HO$). Isomorph sind vierfach-oxalsaures Kali ($KO, 4C_2O_3 + 7HO$) und das entsprechende Ammoniumoxydsalz.

Digitized by Google

Register.

Die Salze stehen unter dem Namen der Säure oder des Salzbilders. Hinsichtlich der als Ammoniumverbindungen betrachteten Ammoniakverbindungen vergl. §. 5. — Die Zahlen beziehen sich auf die Paragraphe.

A

Adular 352.
Aepfelsaur. Ammoniumoxyd, zweifach, 300.
Aepfelsaur. Kalk, zweifach, 300.
Alabandin 126.
Alaune 133.
Alaunerdeverbindungen, vgl. bei Thonerde.
Alaunstein 242.
Albit 369.
Aldehyd-Ammoniak 246.
Almandin 134.
Alstonit 295.
Ameisensaur. Baryt 300.
— — Cadmiumoxyd 354.
— — Kupferoxyd 354.
— — Strontian 183.
Amethyst 237.
Ammoniumamalgam 123.
Amphibol 352.
Analcim 135.
Anatas 174.
Anhydrit 294.
Anorthit 369.
Antimon 236.
Antimonfahlerz 129.
Antimonglanz 288.
Antimonoxyd 125, 287.
Antimonsilberblende 240.
Antophyllit 352.
Apatit 243.
Apophyllit 181.
Arfvedsonit 352.
Arragonit 295.
Arsenige Säure 125, 287.
Arsenik 236.
Arsenikalkies 288.
Arsenikfahlerz 129.
Arsenikkies 289.
Arsenikkobalt 124.
Arseniknickel: NiAs 124; Ni_3As 176.
Arseniksaur. Ammoniumoxyd:
$AmO, 2HO + AsO_5$ 179.
$2AmO, HO + AsO_5$ 347.
— — Bleioxyd o. Kalk mit Chlorblei o. Chlorcalcium 243.
— — Kali: $KO, 2HO + AsO_5$ 179.
— — Kupferoxyd 297.
— — Natron $NaO, 2HO, AsO_5 + 2HO$ 293.
— — — $2NaO, HO, AsO_5 + 24HO$ 347.
— — — $2NaO, HO, AsO_5 + 14HO$ 347.
— — Natron-Kali 347.
— — Natron-Ammoniumoxyd 347.
Arsenikſilberblende 240.
Asparagin 358.
Augit 352.
Auripigment 288.
Axinit 369.

B

Barythydrat 175.
Barytocalcit 241, 295.
Bergkrystall 237.

Digitized by Google

Bernsteinsaures Natron 369.
Beryll 244.
Bittererdeverbindungen, vergl. bei Magnesia.
Bittersalz 296.
Bitterspath 241.
Blei 122.
Bleiglanz 126.
Bleihornerz 180.
Bleioxyd 287.
Bleisuperoxyd 237.
Bleivitriol 294.
Bleizucker 354.
Blende 126.
Blutlaugensalz 182.
Boracit 132.
Borax 346.
— , oktaëdrischer, 132.
Borarsäure 369.
Borarsaur. Magnesia 132.
— — Natron:
$NaO.2BO_3+5HO$ 132.
$NaO.2BO_3+10HO$ 346.
Braunbleierz 243.
Braunit 175.
Brechweinstein 301.
Bromammonium 130.
Brombaryum 289.
Bromkalium 130.
Bromnatrium 130.
— — , gewässertes, 344.
Bromsaur. Magnesia 132.
— — Natron 132.
— — Nickeloxydul 132.
— — Zinkoxyd 132.
Bromsilber 130.
Brookit 287.

C

Cadmium 122.
Cadmiumamalgam 123.
Calomel 177.
Chabasit 245.
Chalkolith 180.
Chlorammonium 130.
Chlorammonium-Zinn-, — Platin-, — Palladium- u. a. Chlorid 131.
Chlorammonium-Kupferchlorid 177.
— — -Ferrocyanammonium 246.
Chlorbaryum 289.
Chloreisen (Eisenchlorür) 344.
Chlorkalium 130.
Chlorkalium-Zinn-, — Platin-, — Iridium- u. a. Chlorid 131.
— — -Kupferchlorid 177.
Chlorkupfer (Kupferchlorür) 125.
Chlorlithion 130.
— — , wasserhaltiges, 344.
Chlornatrium 130.
— — , wasserhaltiges, 344.
— — , Verbindung mit Traubenzucker, 246.
Chlorplatin ($PtCl_2$) mit Chlormagnesium, — nickel, — kupfer, — zink u. s. w. 240.
Chlorquecksilber: Hg_2Cl 177; HgCl 289.
Chlorospinell 125.
Chlorsaur. Baryt 346.
— — Kali 346.
— — Kupferoxyd 132.
— — Nickeloxydul 132.
— — Natron 132.
Chlorsilber 130.
Chloruran 130.
Chromalaun 133.
Chromeisenstein 125.
Chromoxyd 238.
Chromsaur. Bleioxyd 351.
— — Kali, einfach, 290.
— — — , zweifach, 369.
— — Magnesia 296.
— — Natron 348.
— — Silberoxyd, zweifach, 369.
— — und Silberoxyd-Ammoniak 180.
Chrysolith 298.
Citronensäure 300.
Cobaltverbindungen, vergl. bei Kobalt.
Codein 301.
Cölestin 294.
Corund 238.
Covellin 239.
Cyanammonium 130.
Cyanammonium-Eisencyanür 182.
Cyanammonium mit Eisen-, Kobalt-, Mangan- oder Chromcyanid 357.
Cyaneisenkaliumbaryum 246.
Cyankalium 130.
Cyankalium-Eisencyanür 182.
— — Cyancadmium 131.
— — Cyanzink 131.
— — Cyanqueckſilber 131.
— — Cyansilber 131.
— — mit Eisen-, Kobalt-, Mangan- o Chromcyanid 357.
Cyanqueckſilber 182.

Digitized by Google

D

Desmin 299.
Diamant 122.
Diopsid 352.
Dioptas 244.

E

Eis 237.
Eisen 122.
Eisenalaun 133.
Eisenglanz 238.
Eisenkies 127.
— —, rhombischer, 288.
Eisenoxyd 238.
Eisenoxydhydrat 287.
Eisenoxydoxydul 125.
Eisenspath 241.
Eisenvitriol 349.
Eläolith 245.
Electrum 123.
Epidot 352.
Essigsaur. Baryt 354.
— — Bleioxyd 354.
— — Kupferoxyd 354.
— — Natron 354.
— — Zinkoxyd 354.
— — Kupferoxyd-Kalk 184.
— — Uranoxyd-Kali 184.
— — Uranoxyd-Natron 136.
— — Uranoxyd-Silberoxyd 184.

F

Fahlerz 129.
Feldspath, monoklinometrischer, 352.
— —, triklinometrischer, 369.
Ferridcyanammonium 357.
Ferridcyankalium 357.
Ferrocyanammonium 182.
Ferrocyanammonium-Chlorammonium oder — Bromammonium 246.
Ferrocyankalium 182.
Ferrocyankaliumbaryum 246.
Fluorcalcium 130.
Fluorkalium 130.
Fluornatrium 130.
Flußspath 130.
Franklinit 125.

G

Gahnit 125.
Galmei 299.
Gallussäure 369.
Gelbbleierz 178.
Glanzerz 126.
Glaubersalz 348.
Glimmer, heragonaler, 245.
— —, monoklinometrischer, 352.
Gold 122.
Goldsilber 123.
Grammatit 352.
Granat 134.
Grauspießglanzerz 288.
Greenockit 239.
Grossular 134.
Grünbleierz 243.
Grünspan 354.
Gyps 348.

H

Hämatoxylin 184.
Harmotom 298.
Harnzucker, Verbindung mit Chlornatrium, 246.
Hauerit 127.
Hausmannit 175.
Hedenbergit 352.
Honigstein 183.
Honigsteinsaure Verbindungen, siehe mellithsaure.
Hornblei 180.
Hornblende 352.
Hyacinth 181.

I

Idokras 181.
Ilmenit 238.
Ilvait 299.
Jod 286.
Jodammonium 130.
Jodkalium 130.
Jodnatrium 130.
— —, wasserhaltiges, 344.
Jodqueckſilber, gelbes, 289.
— —, rothes, 177.
Jodzink 130.
Junkerit 204.

K

Kalium 122.
Kaliumamalgam 123.
Kalkspath 241.
Kalktalkspath 241.
Kammkies 288.
Kampher 136.
Kaneelstein 134.

Digitized by Google

Kapnit 241.
Kieselerde 237.
Kieselzinkerz 299.
Kleesaure Verbindungen, siehe oxalsaure.
Kobaltglanz 128.
Kobaltkies 127.
Kobaltvitriol 349.
Kochsalz 130.
Kohlenstoff 122, 236.
Kohlensaur. Ammoniumoxyd, zweifach, 291, 345.
— — Baryt 295.
— — Bleioxyd 295.
— — — — mit Chlorblei 180.
— — Eisenoxydul 241.
— — Kali, zweifach, 345.
— — Kalk 241, 295.
— — Kupferoxyd 345.
— — Magnesia 241.
— — — — , wasserhaltige, 345.
— — Manganoxydul 241.
— — Natron, einfach, 345.
— — — — , anderthalb, 345.
— — Strontian 295.
— — Zinkoxyd 241.
Kokkolith 352.
Kupfer 122.
Kupferglanz 288.
Kupferindig 239.
Kupferkies 176.
Kupferlasur 345.
Kupferoxydul 125.
Kupfervitriol 369.

L

Leucit 135.
Libethenit 297.
Lievrit 299.

M

Magnesiahydrat 238.
Magnesit 241.
Magnesium 122.
Magneteisen 125.
Magnetkies 239.
Malachit 345.
Malakolith 352.
Manganit 287.
Manganoxyd 175.
Manganoxydhydrat 287.
Manganoxydoxydul 175.
Mangansaures Kali 290.
Manganspath 241.
Mangansuperoxyd 287.
Manganvitriol 349, 369.
Melanit 134.
Mellithsaure Thonerde 183.
Mesitinspath 241.
Mimetesit 243.
Mißpickel 289.
Molybdänglanz 239.
Molybdänsaures Bleioxyd 178.

N

Nadeleisenerz 287.
Natrium 122.
Neotyp 241.
Nephelin 245.
Nickelantimonglanz 128.
Nickelglanz 128.
Nickeloxydul 125.
Nickelvitriol 179, 296.

O

Oligoklas 369.
Oligonspath 241.
Olivenit 297.
Olivin 298.
Orthoklas 352.
Osmium-Iridium 236.
Oxalsaure 353.
Oxalsaur. Ammoniumoxyd, einfach, 300.
— — — — , zweif., 300.
— — — — , vierfach, 369.
— — Kali, vierfach, 369.
— — Eisenoxyd, Chromoxyd oder Thonerde mit oxalsaurem Kali oder Ammoniumoxyd 355.

P

Palladium 122.
Parasulfat-Ammon 180.
Peridot 298.
Periklin 369.
Philippsit 298.
Phosphor 122.
Phosphorsaur. Ammoniumoxyd:
$AmO, 2HO + _cPO_5$ 179.
$2AmO, HO + _cPO_5$ 347.
— — Bleioxyd oder Kalk mit Chlorblei oder Chlorcalcium 243.

Digitized by Google

Phosphorsaur. Kali: KO, 2HO + $_cPO_5$ 179.
— — Natron: NaO, 2HO, $_cPO_5$ + 2HO 293.
— — Natron: 2NaO, HO, $_cPO_5$ + 24HO 347.
— — Natron: 2NaO, HO, $_cPO_5$ + 14HO 347.
— — Kupferoxyd 297.
— — Natron-Kali 347.
— — Natron-Ammoniumoxyd 347.
— — Uranoxyd-Kalk 180.
— — Uranoxyd-Kupferoxyd 180.
Piperin 358.
Pistacit 352.
Pleonast 125.
Plumbocalcit 241.
Pyroluſit 287.
Pyromorphit 243.
Pyrop 134.
Pyroxen 352.

Q

Quarz 237.
Queckſilber 122.
Queckſilberhornerz 177.

R

Realgar 344.
Rhyakolith 352.
Rohrzucker 358.
Rotheiſenerz 238.
Rothgültigerz 240.
Rothkupfererz 125.
Rutil 174.

S

Salit 352.
Salmiak 130.
Salpeter 290.
Salpeterſaur. Ammoniumoxyd 290.
— — Baryt 132.
— — Bleioxyd 132.
— — Kali 242, 290.
— — Natron 242.
— — Silberoxyd 297.
— — Strontian, waſſerfrei, 132.
— — — — —, gewäſſert, 351.
Salpeterſaur. Uranoxyd 297.
Saphir 238.
Scheelbleierz 178.
Scheelit 178.
Scheelſaure Verbindungen, ſiehe wolframſaure.
Schlippe'ſches Salz 129.
Schnee 237.
Schwarzerz 126, 129.
Schwefel 286, 344.
Schwefelantimon 288.
Schwefelantimon-Schwefelnatrium 129.
Schwefelarſenik: AsS_3 288; AsS_2 344.
Schwefelblei 126.
Schwefelcadmium 239.
Schwefeleiſen: FeS_2 127, 288; Fe_7S_8 239.
Schwefelkies 127.
Schwefelkobalt 127.
Schwefelkupfer: Cu_2S 125, 288; CuS 239.
Schwefelmangan: MnS 126; MnS_2 127.
Schwefelmolybdän 239.
Schwefelqueckſilber 239.
Schwefelſaur. Ammoniumoxyd 290.
— — Baryt 294.
— — Bleioxyd 294.
— — Cadmiumoxyd 349.
— — Eiſenoxydul 349.
— — Kali, einfach, 242, 290.
— — —, zweifach, 291, 347.
— — Kalk, waſſerfrei, 294.
— — —, gewäſſert, 348.
— — Kobaltoxydul 349.
— — Kupferoxyd 369.
— — Magneſia 296.
— — Manganoxydul mit 7 At. Waſſer 349.
— — Manganoxydul mit 5 At. Waſſer 369.
— — Natron, waſſerfrei, 292.
— — — —, gewäſſert, 348.
— — Natron-Lithion 242.
— — Nickeloxydul 179, 296.
— — Silberoxyd 292.
— — Strontian 294.
— — Thonerde-Kali (Alaunſtein) 242.
— — Zinkoxyd 296.
— — Eiſen-, Kobalt-, Nickeloxydul u. a. gemiſcht 349.
— — Zinkoxyd, Magneſia, Eiſen-, Kobalt-, Nickel-, Mangan- u. a. Oxydul mit ſchwefelſ. Kali oder Ammoniumoxyd 350.

Digitized by Google

Schwefelsaur. Eisen-, Mangan-, Chromoxyd oder Thonerde mit schwefelsaur. Alkali 133.
— — und Silberoxyd-Ammoniak 180.
Schwefelsilber 126.
Schwefelwismuth: BiS_2 176; BiS_3 288.
Schwefelzink 126.
Schwerspath 294.
Schwerstein 178.
Seignettesalz 301.
Selenblei 126.
Selenquecksilberblei 126.
Selensaur. Kali 290.
— — Magnesia 296.
— — Natron 292.
— — Nickeloxydul 179.
— — Silberoxyd 292.
— — Zinkoxyd 179.
— — Kupferoxyd 369.
— — und Silberoxyd-Ammoniak 180.
Selensilber 126.
Silber 122.
Silberamalgam 123.
Silberblende 240.
Silberglanz 126.
Silberkupferglanz 288.
Smaragd 244.
Soda 345.
Spatheisenstein 241.
Speerkies 288.
Speiskobalt 124.
Spinell 125.
Staurolith 299.
Steinsalz 130.
Stilbith 299.
Strontianhydrat 175.
Strontianit 295.
Sublimat 289.

T

Talkerdeverbindungen, vergl. bei Magnesia.
Talkspath 241.
Taurin 358.
Tellur 236.
Tellurblei 126.
Tennantit 129.
Tesseralkies 124.
Tetartin 369.
Tinkal 346.
Titan 122.
Titaneisen 238.
Titansäure 174, 287.
Titansaures Eisenoxydul 238.
Thonerde 238.
Topas 298.
Traubensäure 369.
Traubenzucker mit Chlornatrium 246.
Tremolith 352.
Trona 345.
Tungstein 178.
Turmalin 245.

U

Ueberchlorsaur. Ammoniumoxyd 293.
— — Kali 293.
Uebermangansaur. Ammoniumoxyd 293.
— — — Baryt 292.
— — — Kali 293.
Unterschwefelsaur. Baryt 291.
— — — Bleioxyd 242.
— — — Kalk 242.
— — — Strontian 242.
Unterschwefligsaur. Kalk 369.
— — — Natron 351.
Uranglimmer 180.
Uranit 180.

V

Vesuvian 181.
Vitriole, vergl. die einzelnen und bei den schwefelsauren Salzen.

W

Wasser 237.
Wasserblei 239.
Weinstein 301.
Weinsäure 353.
Weinsaur. Ammoniumoxyd, einfach, 356.
— — — — —, zweifach, 301.
— — Kali, einfach, 356.
— — —, zweifach, 301.
— — Natron-Kali 301.
— — Natron-Ammoniumoxyd 301.
— — Antimonoxyd-Kali 301.
— — Antimonoxyd-Ammoniumoxyd 301.
Weißbleierz 295.
Weißnickelkies 124.
Weißspießglanzerz 287.
Wismuth 122.
Witherit 295.
Wolfram 297.
Wolframsaur. Bleioxyd 178.

Digitized by Google

Wolframsaur. Eisenoxydul? 297.
— — Kalk 178.
Würfelerz 132.

Z

Zeilanit 125.
Zink 236.
Zinkblende 126.
Zinkoxyd 237.
Zinkspath 241.
Zinkvitriol 296.
Zinn 173.
Zinnober 239.
Zinnoxyd 174.
Zinnstein 174.
Zirkon 181.
Zoisit 352.
Zucker 358.

Digitized by Google

Ueberſicht der Zeichnungen.

Fig. 1 bis 10: Beiſpiele für das Zeichnen (§. 9 bis 15).
„ 11: Zeichnung dreier zu einander rechtwinklig ſtehender Axen (§. 17).
„ 12: Zeichnung eines Würfels (§. 18).
„ 13 und 14: Zur Erklärung der Combinationen eines Würfels mit einem Regulároktaëder (§. 35, 64).
„ 15: Zeichnung von $\infty O \infty$ (des regulären Syſtems; §. 61).
„ 16 und 17: Zeichnung von ∞O (des regulären Syſtems; §. 65).
„ 18: Zeichnung von 2.0.2 (des regulären Syſtems; §. 69).
„ 19: Form der Deltoide an 2.0.2 und 3.0.3 (d. regulären Syſtems; §. 70).
„ 20: Zeichnung von 2.0 (des regulären Syſtems; §. 73).
„ 21: „ „ „ $2O\infty$ („ „ „ „ „ ; §. 76).
„ 22: „ „ „ $3O\frac{3}{2}$ („ „ „ „ „ ; §. 79).
„ 23: $\infty O \infty$ (des regulären Syſtems) mit oktaëdriſchen und heraëdriſchen Axen (§. 85).
„ 24: Entſtehung von $\frac{O}{2}$ (des regulären Syſtems; §. 101).
„ 25: „ „ „ $\frac{2.0.2}{2}$ („ „ „ „ „ ; §. 105).
„ 26: „ „ „ $\frac{\frac{3}{2}O}{2}$ („ „ „ „ „ ; §. 108).
„ 27: „ „ „ $\frac{5O\frac{5}{3}}{2}$ („ „ „ „ „ ; §. 111).
„ 28: „ „ „ $\frac{2O\infty}{2}$ („ „ „ „ „ ; §. 114).
„ 29: „ „ „ $\left[\frac{4.0.2}{2}\right]$ („ „ „ „ „ ; § 117).
„ 30: Form eines Pentagons an $\frac{2O\infty}{2}$ (des regulären Syſtems; §. 115).
„ 31: Zwilling von $\frac{O}{2}$ (des regulären Syſtems, Fahlerz); Zwillingsfläche parallel einer Fläche O (§. 121).

Digitized by Google

Fig. 32: Entſtehung der Combination P . $\frac{1}{2}P$ (des quadratiſchen Syſtems, ſchwefelſaur. Nickeloxydul; §. 139, 147).
„ 33 a und b: P. $P\infty$ und $P\infty$ (des quadratiſchen Syſtems, ſchwefelſaur. Nickeloxydul; §. 141).
„ 34: Horizontaler Querſchnitt (oder die Lage der Seitenkanten) der quadratiſchen Pyramiden P, $P\infty$ und $2P\infty$ (für gleiche Länge der Hauptaxe; §. 143).
„ 35: Horizontaler Querſchnitt (oder die Lage der Seitenkanten) von $mP^3/_2$ (des quadratiſchen Syſtems; §. 144).
„ 36: Entſtehung von $\frac{P}{2}$ aus P (des quadratiſchen Syſtems, Cyanqueckſilber; §. 160, 161).
„ 37: Lage der Seitenkanten (und Entſtehung) einer quadratiſchen Pyramide dritter Ordnung (§. 166).
„ 38: Vertikaler Durchſchnitt, zur Verdeutlichung der Combination einer quadratiſchen Pyramide mit $0P$ oder ∞P (§. 172).
„ 39: Vertikaler Durchſchnitt, zur Verdeutlichung der Combination zweier quadratiſchen Pyramiden derſelben Ordnung (§. 172).
„ 40: Horizontaler Querſchnitt (oder die Lage der Seitenkanten) heragonaler Pyramiden von verſchiedener Ordnung (§. 188, 189).
„ 41: Horizontaler Querſchnitt (oder die Lage der Seitenkanten) von $mP^3/_2$ (des heragonalen Syſtems; §. 190).
„ 42: Entſtehung von R aus P (des heragonalen Syſtems, Kalkſpath; §. 199).
„ 43: Entſtehung von R^3 aus $3P^3/_2$ (des heragonalen Syſtems, Kalkſpath; §. 217).
„ 44: Hülfsfigur zur Erklärung der Axenverhältniſſe zwiſchen einem Rhomboëder und ſeinem erſten ſtumpferen (§. 209).
„ 45: Hauptſchnitt durch ein Rhomboëder R (Kalkſpath; §. 203).
„ 46: Derſelbe für ſich (§. 203).
„ 47: Hauptſchnitte der Rhomboëder $-\frac{1}{2}R$, R und $-2R$ (Kalkſpath; §. 209).
„ 48: Horizontaler Querſchnitt durch das Scalenoëder R^3 (Kalkſpath) über den oberen oder unter den unteren Seitenecken (§. 218).
„ 49: Hauptſchnitte des Rhomboëders R und des Scalenoëders R^3 (Kalkſpath; §. 218, 220).
„ 50: Lage der Seitenkanten (und Entſtehung) einer heragonalen Pyramide dritter Ordnung (§. 227).
„ 51: Aggregate heragonaler Kryſtallformen (Schnee; §. 237).
„ 52: Aggregate regulärer Kryſtallformen (Salmiak; §. 90).
„ 53: Die Combination ∞P . $\infty\breve{P}2$ (Topas) im baſiſchen Querſchnitt (§. 251, 266).
„ 54: Die Combination P . $\infty\breve{P}2$ (des rhombiſchen Syſtems, ſchwefelſaures Kali) im Gleichgewicht (§. 260).
„ 55: Die Combination ∞P . $\infty\breve{P}\infty$ (des rhombiſchen Syſtems, Salpeter) im baſiſchen Querſchnitt (§. 264).

Digitized by Google

Fig. 56: Die Combination $\infty P \,.\, \infty \breve{P} 2 \,.\, \infty \bar{P} \infty \,.\, \infty \breve{P} \infty$ (des rhombiſchen Syſtems, weinſteinſaures Natron-Kali) im baſiſchen Querſchnitt (§. 266).

„ 57: Zur Erklärung der Verzerrungen rhombiſcher Formen (§. 277).

„ 58 bis 61: Zur Erläuterung der Zwillinge, Drillinge u. ſ. w. des rhombiſchen Syſtems, wo die Zuſammenſetzungsfläche parallel einer Fläche von ∞P (§. 282).

„ 62: $\pm P$ (des monoklinometriſchen Syſtems; §. 304).

„ 63: $\infty P \,.\, 0P$ (des monoklinometriſchen Syſtems; §. 311 ff).

„ 64: $0P \,.\, [\infty P \infty] \,.\, \infty P \infty$ (des monoklinometriſchen Syſtems; §. 315).

„ 65: ${}_1{}^1P_1{}^1$ (des triklinometriſchen Syſtems, Kupfervitriol; §. 362).

„ 66: ${}_1{}^1P_1{}^1 \,.\, \infty {}_1{}^1P_1{}^1 \,.\, \infty \breve{P} \infty \,.\, \infty \bar{P} \infty$ (desgl.; §. 365).

„ 67: $P^1 \,.\, \infty {}_1{}^1P_1{}^1 \,.\, \infty \breve{P} \infty \,.\, \infty \bar{P} \infty$ (desgl.; §. 365).

„ 68: $P^1 \,.\, \infty {}_1{}^1P_1{}^1 \,.\, \infty \breve{P} \infty \,.\, \infty \bar{P} \infty \,.\, 0P \,.\, {}_1P^1 \infty \,.\, 2{}_1\breve{P}{}^1 \infty \,.\, 2\breve{P}{}^1 2$ ${}^1P_1 \infty \,.\, 2{}^1\breve{P}_1 \infty$ (desgl.; §. 365).

„ 69: Anlegegoniometer (§. 22).

„ 70: Zur Theorie des Reflexionsgoniometers (§. 23).

„ 71: Durchſchnitt „ „ „ „ „ (§. 24).

„ 72: Anſicht „ „ „ „ „ (§. 24).

(Reguläres Syſtem.)

„ 73: O (Alaun, Rothkupfererz, Magneteiſen; §. 60).

„ 74: $O \,.\, \infty O \infty$ (Zinnchlorid-Chlorammonium, Kobaltkies; §. 63).

„ 75: $O \,.\, \infty O \infty$ im Gleichgewicht (Salpeterſaures Bleioxyd, Bleiglanz; §. 63).

„ 76: $\infty O \infty \,.\, O$ (Chlornatrium, Bleiglanz; §. 63).

„ 77: $\infty O \infty$ (Chlornatrium, Flußſpath, Bleiglanz; §. 62).

„ 78: $O \,.\, \infty O$ (Alaun, Rothkupfererz; §. 67).

„ 79: $\infty O \,.\, O$ (Magneteiſen; §. 67).

„ 80: ∞O (Phosphor, Granat; §. 66).

„ 81: $\infty O \,.\, \infty O \infty$ (Granat; §. 67).

„ 82: $O \infty \,.\, \infty O$ (Alaun, Chlorkalium, Flußſpath; §. 67).

„ 83: $O \,.\, \infty O \infty \,.\, \infty O$ (Alaun, Bleiglanz; §. 67).

„ 84: $\infty O \infty \,.\, O \,.\, \infty O$ (Alaun; §. 67).

„ 85: $\infty O \,.\, 202$ (Melanit; §. 72).

„ 86: 202 (Leucit, Analcim; §. 70).

„ 87: 303 (Gold, Silber; §. 70).

„ 88: $202 \,.\, \infty O \infty \,.\, \infty O \,.\, O$ (§. 71).

„ 89: $\infty O \,.\, O \,.\, 202$ (§. 72).

„ 90: $\infty O \,.\, O \,.\, 303$ (§ 72).

„ 91: $\infty O \infty \,.\, 202$ (Analcim; §. 71).

„ 92: $O \,.\, \infty O \infty \,.\, 202$ (Chromalaun, Alaun; §. 71).

„ 93: $O \,.\, \infty O \infty \,.\, \infty O \,.\, 202$ (Alaun; §. 72).

„ 94: 20 (Diamant?; §. 74).

Digitized by Google

Fig. 95: $2\,O\,\infty$ (Gold, Kupfer; §. 77).
„ 96: $\infty\,O\,\infty$. $3\,O\,\infty$ (Flußſpath; §. 78).
„ 97: O . $\infty\,O\,\infty$. $\infty\,O$. $2\,O\,2$. $2\,O\,\infty$ (Alaun; §. 78, 116).
„ 98: $3\,O\,\frac{3}{2}$ (Diamant?; §. 80).
„ 99: O . $3\,O\,\frac{3}{4}$ (Alaun?; §. 81).
„ 100: $\infty\,O\,\infty$. $2\,O\,4$ (Flußſpath; §. 81).
„ 101: ein Stück von O . $\infty\,O\,\infty$ (Salpeterſaur. Bleioxyd; §. 83).
„ 102: O, verlängert in der Richtung einer Kante (Alaun, Salpeterſaur. Baryt, Magneteiſen; §. 84).
„ 103: O, einer Fläche parallel zerſchnitten (Alaun; §. 83, 86).
„ 104: O, verkürzt in der Richtung einer hexaëdriſchen Axe (Alaun; §. 86).
„ 105: Daſſelbe, ebenſo (Alaun; §. 86, 88).
„ 106: O . $\infty\,O\,\infty$ unvollzählig, ebenſo (Chromalaun; §. 88).
„ 107: O . $\infty\,O\,\infty$. $\infty\,O$, desgl., ebenſo (Chromalaun; §. 88).
„ 108: O . $\infty\,O$. $\infty\,O\,\infty$, unvollzählig, verzerrt (Chromalaun; §. 88).
„ 109 und 110: Aggregate von O in paralleler Stellung (Alaun; §. 89).
„ 111: Aggregate von $\infty\,O\,\infty$ (Chlornatrium; §. 90).
„ 112: Aggregate von O (Natrium, Platinchlorid-Chlorkalium; §. 90).
„ 113: Aggregate zu $\infty\,O\,\infty$, an der Streifung kenntlich (Flußſpath, Chlornatrium; §. 91).
, 114 und 119: O, parallel einer Fläche durchſchnitten, in verſchiedener Stellung (§. 93)
„ 115 und 120: O, die Hemitropie, in verſchiedener Stellung (Magneteiſen, Spinell; §. 93).
„ 116 und 121: $\infty\,O\,\infty$, parallel einer Fläche O durchſchnitten, desgleichen (§. 94).
„ 117 und 122: $\infty\,O\,\infty$, die Hemitropie, desgleichen (Silber; §. 94).
„ 118: $2\,O\,\infty$, parallel einer Fläche O durchſchnitten (§. 95).
„ 123: $2\,O\,\infty$, die Hemitropie (Kupfer; §. 95).
„ 124 und 129: $\infty\,O$, parallel einer Fläche O durchſchnitten, in verſchiedener Stellung (§. 98).
„ 125 und 130: $\infty\,O$, die Hemitropie, desgleichen (Zinkblende; §. 98).
„ 126 bis 128 und 131 bis 133: Durchkreuzungszwillinge von $\infty\,O\,\infty$, in verſchiedener Stellung (Salmiak, Bleiglanz; §. 99).
„ 134: $+\frac{O}{2}$ (Chlorſaures Natron, Fahlerz; §. 102).
„ 135: $-\frac{O}{2}$ (§. 102).
„ 136: $+\frac{O}{2}$. $-\frac{O}{2}$ (Schwefelantimon-Schwefelnatrium, Boracit; §. 103).
„ 137: $+\frac{O}{2}$. $\infty\,O\,\infty$ (Boracit; §. 103).
„ 138: $\infty\,O\,\infty$. $+\frac{O}{2}$ (Boracit, Würfelerz; §. 103).

Digitized by Google

Fig. 139: $+\frac{0}{2} \cdot \infty O$ (Eſſigſaur. Uranoxyd-Natron, Fahlerz; §. 103).

„ 140: $+\frac{0}{2} \cdot \infty O \cdot \infty O \infty$ (Boracit; §. 103).

„ 141: $\infty O \cdot \infty O \infty \cdot +\frac{0}{2}$ (Boracit; §. 103).

„ 142: $\infty O \infty \cdot \infty O \cdot +\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2}$ (Boracit; §. 103).

„ 143: $+\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2} \cdot \infty O \infty \cdot \quad O$ (Boracit; §. 103).

„ 144: $+\frac{202}{2}$ (Fahlerz; §. 106).

„ 145: $-\frac{202}{2}$ (§. 106).

„ 146: $+\frac{202}{2} \cdot +\frac{0}{2}$ (Fahlerz; §. 107).

„ 147: $+\frac{202}{2} \cdot +\frac{0}{2} \cdot \infty O$ (Fahlerz; §. 107).

„ 148: $+\frac{202}{2} \cdot +\frac{0}{2} \cdot \infty O \cdot -\frac{202}{2}$ (Fahlerz; §. 107).

„ 149: $+\frac{{}^3/_2 O}{2}$ (§. 109).

„ 150: $-\frac{{}^3/_2 O}{2}$ (§. 109).

„ 151: $+\frac{202}{2} \cdot \infty O \cdot +\frac{{}^3/_2 O}{2}$ (Fahlerz; §. 110).

„ 152: $+\frac{50^{5}/_{3}}{2}$ (§. 111, 112).

„ 153: $-\frac{50^{5}/_{3}}{2}$ (§. 111, 112).

„ 154: $\infty O \infty \cdot \infty O \cdot +\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2} \cdot +\frac{50^{5}/_{3}}{2}$ (x) (Boracit; §. 113).

„ 155: $+\frac{20\infty}{2}$ (Eiſenkies; §. 114, 115).

„ 156: $-\frac{20\infty}{2}$ (§. 114, 115).

„ 157: $\infty O \infty \cdot +\frac{20\infty}{2}$ (Eiſenkies, Kobaltglanz; §. 116).

„ 158: $\infty O \infty \cdot +\frac{20\infty}{2} \cdot O$ (Eiſenkies; §. 116).

„ 159: $O \cdot \infty O \infty \cdot +\frac{20\infty}{2}$ (s) (Salpeterſaures Bleioxyd; §. 116).

„ 160: $O \cdot +\frac{20\infty}{2}$ (Kobaltglanz; §. 116).

Digitized by Google

Fig. 161: $0 \cdot +\frac{20\infty}{2}$ im Gleichgewicht (Kobaltglanz, §. 116).

„ 162: $+\frac{20\infty}{2} \cdot 0$ (Eisenkies; §. 116).

„ 163: $+\frac{20\infty}{2} \cdot +\frac{3/2\,0\infty}{2}$ (Eisenkies; §. 116).

„ 164: $+\left[\frac{402}{2}\right]$ (Eisenkies; §. 117, 118).

„ 165: $+\left[\frac{30\,3/2}{2}\right]$ (Eisenkies; §. 118).

„ 166: $-\left[\frac{30\,3/2}{2}\right]$ (§. 118).

„ 167: $+\left[\frac{30\,3/2}{2}\right] \cdot \infty 0\infty$ (Eisenkies; §. 119).

„ 168: $+\left[\frac{402}{2}\right] \cdot +\frac{20\infty}{2}$ (Eisenkies; §. 119).

„ 169: $+\frac{20\infty}{2} \cdot +\left[\frac{402}{2}\right]$ (x) (Eisenkies; §. 119).

„ 170: $+\frac{20\infty}{2} \cdot 202$ (y) (Eisenkies; §. 119).

„ 171: $+\frac{20\infty}{2} \cdot +\left[\frac{30\,3/2}{2}\right]$ (z) (Eisenkies; §. 119).

„ 172: $\pm\frac{0}{2}$ als Durchkreuzungszwilling (Diamant; §. 121).

„ 173: $\pm\frac{20\infty}{2}$ desgleichen (Eisenkies; §. 121).

(Quadratisches System.)

„ 174: $\infty P \cdot \infty P\infty \cdot 0P$ (Essigsaur. Kupferoxyd-Kalk (§. 153).

„ 175: $P \cdot \infty P$ (Essigsaur. Uranoxyd-Kali; §. 149).

„ 176: $P \cdot \infty P\infty$ (Honigstein; §. 150).

„ 177: $P \cdot \infty P\infty$ im Gleichgewicht (Kupferchlorid-Chlorkalium; §. 150).

„ 178: Dasselbe verzerrt: (desgleichen; §. 158).

„ 179: $P \cdot 1/2\,P \cdot 2P\infty$ (Anatas; §. 147).

„ 180: $P \cdot P\infty$ (Zinnstein; §. 147).

„ 181: $P \cdot P\infty \cdot \infty P \cdot \infty P\infty$ (desgleichen; §. 169).

„ 182: Dieselbe Combination, Hemitropie, Zwillingsfläche parallel P (§. 169).

„ 183: Desgleichen (§. 169).

„ 184: $P \cdot \infty P \cdot \infty P\,3/2$ (Zinnstein; §. 155).

„ 185: $P \cdot 3P\,3/2 \cdot \infty P$ (Zinnstein; §. 154).

„ 186: $P \cdot 0P$ (Schwefelsaur. Nickeloxydul; §. 148).

„ 187: $P \cdot 1/2\,P \cdot 0P$ (desgleichen; §. 156).

„ 188: $P \cdot 1/2\,P \cdot 0P \cdot P\infty$ (desgleichen; §. 156).

Digitized by Google

Fig. 189: P . $\frac{1}{2}P$. $\frac{1}{2}P$. $0P$. $P\infty$ (Schwefelsaur. Nickeloxydul; §. 156).
„ 190: P . $\frac{1}{2}P$. $\frac{1}{2}P$. $0P$. $P\infty$. $\infty P\infty$ (desgleichen; §. 156).
„ 191: $\infty P\infty$. $P\infty$. $0P$. P . $\frac{1}{2}P$ (desgleichen; §. 156).
„ 192: $\infty P\infty$. P (Apophyllit; §. 150)
„ 193: $\infty P\infty$. $0P$. P (desgleichen; §. 152).
„ 194: P . ∞P . $\infty P\infty$ (Zirkon; §. 153).
„ 195: P . $\infty P\infty$. $3P3$ (Zirkon; §. 154).
„ 196: $+\frac{P}{2}$. $-\frac{P}{2}$. $0P$. $P\infty$. $2P\infty$ (Kupferkies; §. 162).
„ 197: ∞P . $\infty P\infty$. $0P$. $\frac{P}{2}$ (Essigsaur. Kupferoxyd-Kalk (§. 163).
„ 198: P . $2P\infty$. $\frac{l}{r}$. $\frac{4P2}{2}$ (Scheelit; §. 167).
„ 199 bis 202: Combination von P, $P\infty$, $2P\infty$ in verschiedenen Arten von Hemiëdrie, mit $\infty P\infty$ und $0P$ (Cyanqueckſilber; §. 164).
„ 203 und 204: P, in eigenthümlicher Art hemiëdrisch, combinirt mit $0P$ und $P\infty$ (Parafulfat-Ammon; §. 165).

(Heragonales System.)

„ 205: $+R$. $-R$ zu P vereinigt mit ∞P (Quarz; §. 193, 208).
„ 206: Dasſelbe, verzerrt (desgleichen; §. 197).
„ 207: $+R$. $-R$. ∞R (desgleichen; §. 198, 208).
„ 208: $+R$. $-R$. ∞R . $2P2$ (x) (desgleichen; §. 193).
„ 209: $+R$. $-R$. ∞R mit $2P2$ (x) und $6P\frac{6}{5}$ (y) unvollzählig (desgleichen; §. 229, 230).
„ 210: $+R$. $+3R$. $-R$. ∞R mit $2P2$ und $6P\frac{6}{5}$ unvollzählig (desgleichen; §. 208, 229, 230).
„ 211: P . $0P$ (Apatit; §. 192).
„ 212: P . ∞P . $0P$ (desgleichen; §. 194).
„ 213: ∞P . $0P$. $2P2$ (desgleichen; §. 194).
„ 214: P . $0P$. ∞P . $\infty P2$ (desgleichen; §. 194).
„ 215: P . $2P$. $0P$. $P2$. $2P2$. ∞P . $\infty P2$ (desgleichen; §. 192, 196).
„ 216: P . $2P$. $0P$. $P2$. $2P2$. ∞P . $\infty P2$. $\frac{l}{r}$. $\frac{3P\frac{3}{2}}{2}$ (m) . $\frac{l}{r}$. $\frac{\infty P\frac{3}{2}}{2}$ (p) (desgleichen; §. 228).
„ 217: P . $0P$. $2P$. ∞P . $2P2$. $3P\frac{3}{2}$ (s) (Beryll; §. 195).
„ 218: $+R$. $-R$ im Gleichgewicht (Verbindung von Traubenzucker und Chlornatrium; §. 198, 208).
„ 219: $+R$. $-R$ (desgl.; §. 198, 208).
„ 220: $+R$. $-R$. $\infty P2$ (desgl.; §. 198).
„ 221: $+R$. $+\frac{1}{2}R$ (w) . $-R$ (desgl.; §. 208).
„ 222: $+R$. $0R$ (Cyaneisenbaryumkalium; §. 213).
„ 223: $+R$. $-2R$. $0R$ (Cyaneisenammonium-Chlorammonium; §. 213).

Digitized by Google

Fig. 224: $+16?R\ .\ -\frac{1}{2}R$ (Kalkſpath; §. 211).
„ 225: $-R$ (desgleichen; §. 201).
„ 226: $+4R\ .\ +R$ (desgleichen; §. 206, 207).
„ 227: $-\frac{1}{4}R\ .\ -2R$ (desgleichen; §. 207).
„ 228: $-\frac{1}{2}R\ .\ +R$ (desgleichen; §. 206, 210).
„ 229: $-2R\ .\ +R$ (desgleichen; §. 210).
„ 230: $-2R\ .\ \infty P2$ (Dioptas; §. 215).
„ 231: $+16?R\ .\ -\frac{1}{2}R$ (Kalkſpath; §. 211).
„ 232: $-\frac{1}{2}R\ .\ \infty R$ (desgleichen; §. 214).
„ 233: $+R^3$ (desgleichen; §. 217 — 220).
„ 234: $+R^3\ .\ \infty P2$ (desgleichen; §. 225).
„ 235: $+R^3\ .\ +\frac{1}{4}R^3\ .\ \infty R$ (desgleichen; §. 225, 226).
„ 236: $+R^3\ .\ +R$ (desgleichen; §. 223).
„ 237: $+R^3\ .\ +4R$ (desgleichen; §. 224).
„ 238: $+R^3\ .\ -2R\ .\ +R\ .\ \infty R$ (desgleichen; §. 225).
„ 239: $+R\ .\ +R^3\ .\ +R^5\ .\ +4R\ .\ \infty R$ (desgleichen; §. 226).
„ 240: $+R^3\ .\ -2R^2\ .\ +R\ .\ -2R$ (desgleichen; §. 226).
„ 241: $+R^3$, Hemitropie, Zuſammenſetzungsfläche parallel $0R$ (desgleichen; §. 232).
„ 242: $\infty R\ .\ 0R$, Hemitropie, Zuſammenſetzungsfläche parallel $+R$ (desgleichen; §. 233).
„ 243: $\infty R\ .\ 0R$, Hemitropie, Zuſammenſetzungsfläche parallel $-\frac{1}{2}R$ (desgleichen; §. 233).
„ 244: $\infty R\ .\ -\frac{1}{2}R$, Hemitropie, Zuſammenſetzungsfläche parallel $0R$ (desgleichen; §. 232).
„ 245: $+R\ .\ \infty P2\ .\ \frac{\infty R}{2}\ .\ (-\frac{1}{2}R)\ .\ [-2R]$ (Turmalin; §. 231).
„ 246: $+R\ .\ +\frac{1}{4}R\ .\ \frac{1}{3}P2$ (Eiſenglanz; §. 216).
„ 247: $\infty P2\ .\ 0R\ .\ +R\ .\ \frac{1}{3}P2$ (Corund; §. 216).
„ 248: $+R\ .\ 0R$ (Eiſenglanz; §. 213).
„ 249: $+R\ .\ -\frac{1}{2}R\ .\ -2R$ (Chabaſit; §. 210).

(Rhombiſches Syſtem.)

„ 250: P (Schwefel; §. 249).
„ 251: $P\ .\ \frac{1}{3}P$ (desgleichen; §. 254).
„ 252: $P\ .\ 0P\ .\ \frac{1}{3}P\ .\ \breve{P}\infty$ (desgleichen; §. 256, 261).
„ 253: $\infty P\ .\ P$ (Schwefelſaur. Zinkoxyd; §. 259).
„ 254: $P\ .\ \breve{P}\infty\ .\ \infty P\ .\ \infty\breve{P}\infty$ (desgleichen; §. 259, 261).
„ 255: $\infty P\ .\ \frac{P}{2}$ (Schwefelſaur. Magneſia; §. 279).
„ 256: $+\frac{P}{2}\ .\ -\frac{P}{2}\ .\ \infty P\ .\ \infty\breve{P}\infty$ (Schwefelſaur. Zinkoxyd; §. 279).
„ 257: $P\ .\ \infty\breve{P}2$ (Schwefelſaur. Kali; §. 260).
„ 258: $\infty\breve{P}2\ .\ P$ (desgleichen; §. 260).

Digitized by Google

Fig. 259: $\infty\breve{P}2 \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, P \,.\, \breve{P}\infty$ (Schwefelſaur. Kali; §. 265).

„ 260: $P \,.\, \infty\breve{P}2 \,.\, \infty\breve{P}\infty$ (desgleichen; §. 273).

„ 261: $\infty\breve{P}2 \,.\, \breve{P}\infty \,.\, 3\breve{P}\infty \,.\, P$ (desgleichen; §. 268, 273).

„ 262: $P \,.\, \breve{P}\infty \,.\, \infty P \,.\, \infty\breve{P}2 \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, \infty\bar{P}\infty$ (desgleichen; §. 261, 273).

„ 263: $P \,.\, 2\breve{P}\infty$ im Gleichgewicht (Salpeter; §. 262).

„ 264: $P \,.\, 2\breve{P}\infty \,.\, \infty P \,.\, \infty\breve{P}\infty$ (desgleichen; §. 264).

„ 265: $\infty P \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, 2\breve{P}\infty \,.\, P$ (desgleichen; §. 264, 274).

„ 266: $\infty P \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, 2\breve{P}\infty \,.\, \breve{P}\infty \,.\, P$ (desgleichen; §. 274).

„ 267: $\infty P \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, 2\breve{P}\infty$ (desgleichen; §. 274).

„ 268: $\infty P \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, 2\breve{P} \quad .\, \breve{P}\infty$ (desgleichen; §. 268, 274).

„ 269: $P \,.\, {}^1\!/_2 P$ unvollzählig mit ∞P und $\infty\breve{P}\infty$ (desgleichen; §. 278, 280).

„ 270: $\infty P \,.\, \infty\breve{P}2 \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, \infty\bar{P}\infty \,.\, 0P \,.\, P \,.\, \breve{P}\infty \,.\, 2\breve{P}\infty$ (Weinſteinſaur. Natron-Kali; §. 266, 267, 272).

„ 271: $\infty\breve{P}2 \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, \bar{P}\infty \,.\, \breve{P}\infty \,.\, P$ (Schwerſpath; §. 263, 275).

„ 272: $\infty\breve{P}2 \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, \breve{P}\infty \,.\, \bar{P}\infty$ (desgleichen; §. 275).

„ 273: $\breve{P}\infty \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, \infty\breve{P}2 \,.\, \bar{P}\infty$ (desgleichen; §. 275).

„ 274: $\bar{P}\infty \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, \infty\breve{P}2 \,.\, \breve{P}\infty$ (desgleichen; §. 275).

„ 275: $\breve{P}\infty \,.\, \bar{P}\infty \,.\, \infty\breve{P}2$ (desgleichen; §. 275).

„ 276: $P \,.\, \infty P \,.\, \infty\breve{P}\infty$ (Grauſpießglanzerz; §. 264).

„ 277: $\infty P \,.\, \breve{P}\infty$ (Zweifach-äpfelſaurer Kalk; §. 268).

„ 278: $\infty P \,.\, \bar{P}\infty$ (Ameiſenſaur. Baryt; §. 268).

„ 279: $P \,.\, \infty P \,.\, \infty\breve{P}2$ (Topas; §. 266).

„ 280: $P \,.\, 0P \,.\, \infty P \,.\, \infty\breve{P}2 \,.\, 2\breve{P}\infty$ (desgleichen; §. 262).

„ 281: $P \,.\, {}^1\!/_3 P \,.\, \infty P \,.\, \infty\breve{P}\infty$ (waſſerfreies ſchwefelſaur. Natron; §. 254, 256, 259).

„ 282: $P \,.\, \breve{P}\infty \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, \infty\bar{P}\infty$ (Salpeterſaur. Uranoxyd; §. 257, 261).

„ 283: $P \,.\, 0P \,.\, \infty P \,.\, {}^1\!/_2\breve{P}\infty \,.\, {}^1\!/_2\bar{P}\infty$ (Chlorbarium; §. 262).

„ 284: $\infty\breve{P}2 \,.\, \infty\bar{P}\infty \,.\, (P) \,.\, [2\breve{P}\infty \,.\, \breve{P}\infty \,.\, 0P \,.\, \underset{(x)}{{}^1\!/_2\bar{P}\infty} \,.\, \underset{(y)}{{}^3\!/_2\bar{P}\infty}]$ (Galmei; §. 280).

„ 285: $\bar{P}\infty \,.\, \breve{P}\infty$ im Gleichgewicht mit ∞P (Citronenſäure; §. 269).

„ 286: $\infty P \,.\, \breve{P}\infty$ verzerrt (Zweifach-äpfelſaurer Kalk; §. 278).

„ 287: $P \,.\, \infty\bar{P}2 \,.\, 0P$ (Salpeterſaur. Silberoxyd; §. 260).

„ 288: $\infty P \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, \breve{P}\infty$ (Arragonit, durchſchnitten parallel einer Fläche ∞P; §. 264, 282).

„ 289: Daſſelbe, Hemitropie (desgleichen; § 282).

„ 290: Aggregat ſolcher Hemitropien (desgleichen; §. 282).

„ 291: Dieſelbe Hemitropie, durch Ausdehnung von ∞P verändert (desgleichen; §. 282).

„ 292: $\infty\breve{P}2 \,.\, \breve{P}\infty \,.\, P$ (Schwefelſaures Kali); Hemitropie, Zuſammenſetzungsfläche parallel einer Fläche $\breve{P}\infty$ (§. 282).

„ 293: Drillingskryſtall (desgleichen) nach demſelben Geſetz ($v = P$, $w = \breve{P}\infty$, $m = \infty P$, $n = \infty\breve{P}\infty$; §. 283).

„ 294: $P \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, \infty\bar{P}\infty$ (Harmotom); Durchkreuzungszwilling, Zuſammenſetzungsfläche parallel einer Fläche von ∞P (§. 284).

Digitized by Google

Fig. 295: $\infty P \,.\, \infty \breve{P} \infty \,.\, 0P$ (Staurolith); Durchkreuzungszwilling, Zuſammenſetzungsfläche parallel einer Fläche von $^3/_2 \breve{P} \infty$ (§. 284).

(Monoklinometriſches Syſtem.)

„ 296: $+P \,.\, -P \,.\, \infty P$ (Gyps; §. 317).

„ 297: $+P \,.\, -P \,.\, \infty P \,.\, [\infty P \infty]$ (desgleichen; §. 317).

„ 298: $-P \,.\, \infty P \,.\, [\infty P \infty]$ (desgleichen), durchſchnitten parallel einer Fläche $\infty P \infty$ (§. 317).

„ 299: Daſſelbe, Hemitropie (§. 337).

„ 300: $+P \,.\, -P \,.\, \infty P \,.\, \infty P \infty$ (Ferridcyankalium; §. 317).

„ 301: Daſſelbe, Hemitropie (desgleichen); Zuſammenſetzungsfläche parallel einer Fläche $\infty P \infty$ (§. 337).

„ 302: $+P \,.\, -P \,.\, \infty P \infty \,.\, [\infty P \infty]$ (Kobaltcyanidkalium), durchſchnitten parallel einer Fläche $\infty P \infty$ (§. 314, 318).

„ 303: Daſſelbe, Hemitropie (desgleichen; §. 337).

„ 304: $\infty P \,.\, 0P \,.\, +P \,.\, +2P \infty$ (Eſſigſaur. Kupferoxyd), durchſchnitten parallel $0P$ (§. 316, 319, 321).

„ 305: Daſſelbe, Hemitropie (desgleichen; §. 339).

„ 306: $\infty P \,.\, 0P \,.\, +P$ (Ameiſenſaur. Kupferoxyd; §. 316).

„ 307: $\infty P \,.\, [\infty P \infty] \,.\, 0P \,.\, -P$ (Eſſigſaur. Natron; §. 312, 316).

„ 308: $\infty P \,.\, \infty P \infty \,.\, 0P$ (Zucker; §. 312, 313).

„ 309: $\infty P \,.\, \infty P \infty \,.\, 0P \,.\, +P \infty \,.\, [P \infty]$ (desgl.; §. 313, 319, 320).

„ 310: $\infty P \,.\, \infty P \infty \,.\, 0P \,.\, +P \,.\, +2P$ (Borax; §. 316, 323).

„ 311: $[\infty P \infty] \,.\, \infty P \infty \,.\, 0P \,.\, +P \,.\, +2P$ (desgleichen; §. 314, 318).

(x)

„ 312 a: $\infty P \,.\, 0P \,.\, +P \infty$ (Eiſenvitriol; §. 311, 319).

b: Daſſelbe, mit vorherrſchenderem $+P \infty$ (desgleichen; §. 319).

„ 313 a: $\infty P \,.\, [\infty P \infty] \,.\, 0P \,.\, +P \infty$ (desgleichen; §. 312, 319).

b: Daſſelbe, verzerrt (desgleichen; §. 335).

„ 314 a: $\infty P \,.\, 0P \,.\, -P \infty$ (desgleichen; §. 319).

b: $\infty P \,.\, [\infty P \infty] \,.\, 0P \,.\, [P \infty] \,.\, +P \infty$ (desgleichen; §. 319, 320).

„ 315 a: $\infty P \,.\, [\infty P \infty] \,.\, 0P \,.\, +P \infty \,.\, -P \infty \,.\, -^1/_2 P \infty$ (desgleichen; §. 321).

b: Daſſelbe in anderer Stellung (§. 321).

„ 316: $+P \infty \,.\, 0P \,.\, \infty P \,.\, [P \infty] \,.\, [\infty P \infty] \,.\, +[2P2] \,.\, -P \infty$ (desgleichen; §. 333).

„ 317: $\infty P \,.\, [\infty P \infty] \,.\, 0P \,.\, [P \infty] \,.\, -P \,.\, +[2P2] \,.\, +P \infty \,.\, -P \infty$ (desgleichen; §. 316, 322, 323).

„ 318: $\infty P \,.\, [\infty P \infty] \,.\, 0P \,.\, +2P \infty$ (Feldſpath), durchſchnitten parallel einer Fläche $[\infty P \infty]$ (§. 319).

„ 319: Daſſelbe (desgleichen), um eine auf $\infty P \infty$ rechtwinklig ſtehende Linie um 180° gedreht (§. 338).

„ 320 und 321: Zwillinge, gebildet aus Fragmenten der beiden vorhergehenden Formen (§. 338).

Digitized by Google

Fig. 322: ∞P . $[\infty P\infty]$. $0P$. $[2P\infty]$. $+P$. $+P\infty$. $+\frac{3}{4}P\infty$. $+2P\infty$ (Feldſpath; §. 321, 322).

„ 323: $0P$. $[\infty P\infty]$. $[2P\infty]$. ∞P . $+P$. $+P\infty$. $+2P\infty$ (desgleichen; §. 314, 320, 329).

„ 324 und 325: Daſſelbe ohne $[2P\infty]$; Hemitropie, Zuſammenſetzungsfläche parallel einer Fläche $[2P\infty]$, in verſchiedener Stellung (§. 340).

„ 326: Die beiden Enden dieſer Hemitropie an den Ausmündungen der Orthodiagonale, in der Richtung dieſer Axe betrachtet (§. 340).

„ 327: ∞P . $[\infty P\infty]$. $\infty P\infty$. $0P$. $-P$. $+P$. $+2P$ (Augit; §. 316, 323).

„ 328: ∞P . $[\infty P\infty]$. $\infty P\infty$. $+P$ (desgleichen; §. 330).

„ 329: Daſſelbe (desgleichen); Hemitropie, Zuſammenſetzungsfläche parallel einer Fläche $\infty P\infty$ (§. 337).

„ 330: ∞P . $[\infty P\infty]$. $0P$. $+P$ (Hornblende; §. 328).

„ 331: ∞P . $[P\infty]$. $-P\infty$ (Chlorſaur. Baryt; §. 322).

„ 332: ∞P . $[\infty P\infty]$. $+P$ (Soda; §. 317).

„ 333: ∞P . $0P$. $+P\infty$ (Trona; §. 326).

„ 334: ∞P . $0P$. $\infty P\infty$. $+2P\infty$. $-P\infty$ (Zweifach-kohlenſaur. Kali; §. 320).

„ 335: ∞P . $0P$. $\infty P\infty$. $[P\infty]$. $+P$. $+P\infty$ (Gewäſſert. ſchwefelſaur. Natron; §. 313, 320, 322).

„ 336: ∞P . $0P$. $+P\infty$. $-P\infty$. $[P\infty]$ (Oxalſäure; §. 326).

„ 337: ∞P . $[\infty P2]$. $[\infty P\infty]$. $0P$. $[P\infty]$ (Unterſchwefligſaur. Natron; §. 323).

„ 338: ∞P . $\infty P3$. $0P$. $+P\infty$ (Gewäſſerter ſalpeterſaur. Strontian; §. 323, 327).

„ 339: ∞P . $[\infty P2]$. $[\infty P\infty]$. $0P$. $[P\infty]$. $+P$. $+2P\infty$ (Schwefelſaur. Nickeloxydul-Kali; §. 321, 323).

„ 340: Daſſelbe ohne $[\infty P2]$ und $[\infty P\infty]$ (desgleichen), mit anderem Verhältniß des Vorherrſchens der Flächen (§. 334).

„ 341: Die Flächen von Fig. 340 in anderem Verhältniß des Vorherrſchens (§. 334).

„ 342: ∞P . $\infty P\infty$. $+P\infty$. $-P\infty$ mit $[P\infty]$ unvollzählig (Weinſäure; §. 336).

„ 343: $[P\infty]$. $0P$. $\infty P\infty$. $+P\infty$ (Neutrales weinſaures Ammoniumoxyd; §. 326).

„ 344: ∞P . $\infty P\infty$. $0P$. $[\infty P\infty]$. $[P\infty]$ (Gewäſſerte kohlenſaure Magneſia; §. 326).

„ 345: ∞P . $\infty P2$. $\infty P\infty$. $[\infty P\infty]$. $0P$. $-P$. $+P$. $+P\infty$ (Phosphorſaur. Natron-Kali; §. 316, 321 — 323).

„ 346: ∞P . $[\infty P\infty]$. $0P$. $-P$. $-2P\infty$. $+2P\infty$. $+4P\infty$ (Phosphorſaur. Natron-Ammoniumoxyd; §. 319, 321).

„ 347: ∞P . $[\infty P2]$. $\infty P\infty$. $0P$. $+P$. $+P\infty$ (Aſparagin; §. 327).

„ 348: $0P$. ∞P . $\infty P\infty$. $+P$. $+2P\infty$ (Eſſigſaur. Zinkoxyd; §. 332).

Digitized by Google

(Triklinometriſches Syſtem.)

Fig. 349: $\infty_1{}^1P_1{}^1 \cdot 0P \cdot \infty\bar{P}\infty \cdot \infty\breve{P}\infty$ (Unterſchwefligſaur. Kalk; §. 367).
„ 350: $\infty_1{}^1P_1{}^1 \cdot \infty\breve{P}\infty \cdot 0P \cdot P^1 \cdot {}_1\bar{P}^1\infty$ (Albit), durchſchnitten parallel einer Fläche $\infty\breve{P}\infty$ (§. 364).
„ 351: Daſſelbe, Hemitropie (§. 368).
(Vergl. Fig. 65 bis 68.)

„ 352 bis 358: Ueberſicht der holoëdriſchen Formen des regulären Syſtems (§. 82).
„ 359 bis 373: Ueberſicht der holoëdriſchen Formen des quadratiſchen Syſtems (§. 138 — 146).
„ 374 bis 388: Ueberſicht der holoëdriſchen Formen des hexagonalen Syſtems (§. 186 — 191).
„ 389 bis 398: Ueberſicht der rhomboëdriſchen und ſcalenoëdriſchen Formen des hexagonalen Syſtems (§. 200 — 214 und §. 217 — 221).
„ 399 bis 423: Ueberſicht der holoëdriſchen Formen des rhombiſchen Syſtems (§. 249 — 253).

Digitized by Google

Ueberſicht der Modelle.

Reguläres Syſtem.

Tafel I. 1) 0; Fig. 73 (§. 60).
2) ∞ 0 ∞; Fig. 77 (§. 62).
3) ∞ 0 ∞ . 0; Fig. 76 (§. 63).
4) ∞ 0 ∞ . 0 im Gleichgewicht; Fig. 75 (§. 63).
5) 0 . ∞ 0 ∞; Fig. 74 (§. 63).
6) ∞ 0; Fig. 80 (§. 66).

Tafel II. 7) ∞ 0 . 0; Fig. 79 (§. 67).
8) ∞ 0 ∞ . ∞ 0; Fig. 82 (§. 67).
9) 2 0 2; Fig. 86 (§. 70).
10) 2 0; Fig. 94 (§. 74).
11) 2 0 ∞; Fig. 95 (§. 77).
12) 3 0 $^{3}/_{2}$; Fig. 98 (§. 80).
13) $\frac{0}{2}$; Fig. 134 oder 135 (§. 102).
14) $\frac{2\,0\,2}{2}$; Fig. 144 oder 145 (§. 106).

Tafel III. 15) $\frac{^{3}/_{2}\,0}{2}$; Fig. 149 oder 150 (§. 109).
16) $\frac{5\,0\,^{5}/_{2}}{2}$; Fig. 152 oder 153 (§. 111 und 112).
17) $\frac{2\,0\,\infty}{2}$; Fig. 155 oder 156 (§. 114 und 115).
18) ∞ 0 ∞ . $\frac{2\,0\,\infty}{2}$; Fig. 157 (§. 116).
19) $\left[\frac{3\,0\,^{3}/_{2}}{2}\right]$; Fig. 165 oder 166 (§. 118).

Digitized by Google

Quadratiſches Syſtem.

20) P; Fig. 361 (§. 138).
21) P; ähnlich Fig. 362 (§. 138).
(Hinſichtlich beider vergl. auch §. 143.)
22) $P \,.\, P\infty$ oder $P \,.\, 2P\infty$; ähnlich Fig. 179 ohne die kleineren Flächen oben und unten (§. 147).
23) $P \,.\, \infty P$; ähnlich Fig. 175 (§. 149).
24) $P \,.\, \infty P\infty$; ähnlich Fig. 192 (§. 150). Tafel IV.
25) $\infty P\infty \,.\, 0P \,.\, P$; ähnlich Fig. 193 (§. 152).
26) $P^3/_2$, bezogen auf Modell 20 als P; Fig. 366 (§. 144).

Heragonales Syſtem.

27) P; ähnlich Fig. 376 oder 377 (§. 186).
28) $P \,.\, \infty P$; Fig. 205 (§. 193).
29) $P^3/_2$, bezogen auf Modell 27 als P; ähnlich Fig. 381 o. 382 (§. 190).
30) R; Fig. 391 (§. 202, 204, 209).
31) $-1/_2 R$, bezogen auf Modell 30 als R; Fig. 390 (§. 202, 204, 209).
32) $-2R$, „ „ „ „ „ „; Fig. 392 (§. 202, 204, 209).
33) $-1/_2 R \,.\, \infty R$, bezogen auf Modell 30 als R; Fig. 232 (§. 214).
34) $R \,.\, \infty P2$, „ „ „ „ „ „; ähnlich Fig. 230 (§. 215).
35) R^3, bezogen auf Modell 30 als R; Fig. 233 (§. 217 — 220). Tafel V.

Rhombiſches Syſtem.

36) P; Fig. 250 (§. 249).
37) $P \,.\, \breve{P}\infty$; ähnlich Fig. 252 ohne $0P$ und $1/_3 P$ (§. 261).
38) $P \,.\, \infty P$; ähnlich Fig. 253 (§. 259, 264).
39) $P \,.\, \infty P \,.\, \infty \breve{P}\infty$; ähnlich Fig. 276 (§. 264).
40) $P \,.\, \infty P \,.\, \infty \breve{P}2$; Fig. 279 (§. 266).
41) $P \,.\, \infty \breve{P}2$; ähnlich Fig. 258 (§. 260).
42) $\infty P \,.\, \bar{P}\infty \,.\, \breve{P}\infty$ (§. 269).
43) $\infty P \,.\, \frac{P}{2}$; ähnlich Fig. 255 (§. 279).
44) $\infty P \,.\, \breve{P}\infty \,.\, \infty \breve{P}\infty$; Fig. 288 (§. 264, 268, 282).

Monoklinometriſches Syſtem.

45) $+P \,.\, -P$; ähnlich Fig. 62 (§. 304).
46) $+P \,.\, -P \,.\, \infty P$, bezogen auf Modell 45 als P; ähnlich Fig. 296 Tafel VI. (§. 311).
47) $+P \,.\, \infty P$, bezogen auf Modell 45 als P; (§. 317).
48) $+P \,.\, \infty P \,.\, [\infty P\infty]$ bezogen auf Modell 45 als P; ähnlich Fig. 332 (§. 312, 317).
49) $\infty P \,.\, 0P$, bezogen auf Modell 45 als P; ähnlich Fig. 63 (§. 311).

Digitized by Google

50) $\infty P \,.\, 0P \,.\, -P$, bezogen auf Modell 45 als P; ähnlich Fig. 307 (ohne $[\infty P \infty]$) (§. 316).
51) $[\infty P \infty] \,.\, \infty P \infty \,.\, 0P$, bezogen auf Modell 45 als P; ähnlich Fig. 64 (§. 315).
52) $\infty P \,.\, 0P$; ähnlich Fig. 63 (§. 311).
53) $\infty P \,.\, 0P \,.\, \infty P \infty$; ähnlich Fig. 308 (§. 312).

Tafel VII. **Triklinometriſches Syſtem.**

54) $\infty_1{}^1P \,.\, \infty P_1{}^1 \,.\, 0P$ (§. 364).
55) ${}_1{}^1P_1{}^1$; Fig. 65 (§. 362).
56) ${}_1{}^1P_1{}^1 \,.\, \infty_1{}^1P_1{}^1 \,.\, \infty P \infty \,.\, \infty \bar{P} \infty$; Fig. 66 (§. 365).
57) $P^1 \,.\, \infty_1{}^1P_1{}^1 \,.\, \infty \breve{P} \infty \,.\, \infty \bar{P} \infty$; Fig. 67 (§. 365).

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google